
О. Л. Борисов А. А. Антипенко О. Н. Рогожников

БИОЛОГИЯ

9

О. Л. Борисов А. А. Антипенко О. Н. Рогожников

БИОЛОГИЯ

Учебное пособие для 9 класса
учреждений общего среднего образования
с русским языком обучения

Допущено
Министерством образования
Республики Беларусь

Минск «Народная асвета» 2019

УДК 57(075.3=161.1)
ББК 28я721
Б82

Р е ц е н з е н т ы:

кафедра анатомии, физиологии и безопасности человека учреждения образования «Брестский государственный университет имени А. С. Пушкина» (кандидат биологических наук, доцент *Н. К. Саваневский*);
учитель биологии высшей квалификационной категории государственного учреждения образования «Средняя школа № 165 г. Минска» *Н. К. Колян*

УДК 57(075.3=161.1)
ББК 28я721

ISBN 978-985-03-3092-5

ПРЕДИСЛОВИЕ

Дорогие друзья! В этом году вы продолжите изучать биологию. Вам предстоит увлекательное путешествие в мир знаний о человеке. Очень скоро вы узнаете, как устроен и функционирует ваш организм, как уберечься от болезней, как правильно оказать первую помощь, и многое другое.

Современная наука добилась заметных успехов в деле сохранения и укрепления здоровья человека. Но задумайтесь, разве не мы сами зачастую виновны в неудовлетворительном состоянии своего здоровья? Что, на ваш взгляд, легче и проще: предотвратить болезнь или вылечить?

Знания, полученные в рамках курса «Биология, 9 класс», помогут вам ответить на эти и другие вопросы и пригодятся в жизни, даже если вы не станете биологами или врачами. Только внимательное отношение к своему здоровью, понимание биологических законов функционирования организма позволят вам забыть о болезнях и прожить долгую полноценную жизнь.

Отправляясь в путь с опытным и надежным другом, можно избежать опасностей и ошибок. Искренне надеемся, что это учебное пособие станет для вас именно таким другом.

Авторы



КАК РАБОТАТЬ С УЧЕБНЫМ ПОСОБИЕМ

Каждая глава учебного пособия начинается с краткого вступления, раскрывающего ее главную идею: о чем в ней говорится и чему вы научитесь.

Вопросы в начале параграфов под рубрикой **Вспомните** помогут вам восстановить в памяти свои знания по ранее изученному материалу и проверить готовность к освоению новой темы. Рубрика **Как вы думаете?** направлена на развитие критического мышления. Она позволит вам высказать собственное суждение, которое вы сможете проверить после ознакомления с текстом учебного пособия. Рубрика **Вы узнаете** знакомит с содержанием параграфа.

Текст параграфов снабжен рисунками, схемами и таблицами. Дополнительный материал набран мелким шрифтом и представлен рубриками «Это интересно», «Известные ученые», «Историческая справка». В рубрики включена информация, содержащая любопытные факты, сведения, имеющие практическое значение, а также короткие биографические справки о выдающихся ученых, оставивших заметный след в истории науки.

Рубрика «Индивидуальные домашние исследования» предлагает задания, способствующие развитию навыков самонаблюдения и самоанализа.

Рубрика «Тем, кто хочет знать больше» (отмечена значком) предлагает дополнительный материал, расширяющий содержание отдельных глав учебного пособия.

Дополнительный материал, а также тестовые задания, с помощью которых можно проверить свои знания, размещены на национальном образовательном портале в разделе «Биология, 9 класс» (http://e-vedy.adu.by).

QR-код, помещенный в конце ряда параграфов, позволит перейти к рекомендованным к просмотру видеороликам с помощью мобильного телефона или электронного планшета.

В конце каждого параграфа приводятся краткие выводы (рубрика «Повторим главное») и вопросы различного уровня сложности: ключевые — для первого — третьего, сложные — для четвертого — пятого уровней (обозначены ?).

Главы заканчиваются общим подведением итогов.

Обязательные для усвоения **термины** и **понятия** напечатаны жирным шрифтом, а те, на которые необходимо обратить внимание, — *курсивом* или р а з р я д к о й.

При необходимости воспользуйтесь словарем основных терминов и понятий, который размещен в конце книги.

Успехов в учебе!

Глава 1



Клетки, ткани, органы и системы органов

Вы узнаете

- *химический состав, строение и жизненные функции клеток;*
- *особенности организации основных типов тканей (эпителиальной, мышечной, нервной, тканей внутренней среды);*
- *об органах и системах органов человеческого организма.*

Вы научитесь

- *распознавать различные типы тканей;*
- *устанавливать взаимосвязи между строением и функциями клеток, тканей и органов.*

Организм человека отличается необычайно сложной организацией. Его изучением в большей степени занимаются науки анатомия и физиология, которые являются основой медицины, а также психология и гигиена.

Основной структурной единицей организма является клетка. Клетки образуют ткани, ткани — органы, а те в свою очередь — системы органов. Несмотря на огромное количество элементов, организм функционирует как единое целое. Более того, согласованная деятельность клеток, тканей и органов позволяет организму приобрести совершенно особое качество — способность к самостоятельному существованию.

§ 1. Клетка — структурная единица организма

- **Вспомните.** Чем по строению отличаются клетки животных и растений?
- **Как вы думаете?** Отличается ли строение клеток человека от клеток животных?
- **Вы узнаете** химический состав и особенности строения клеток человека.

Человеческий организм состоит приблизительно из 100 триллионов клеток. Несмотря на столь впечатляющее количество, каждая клетка занимает отведенное ей место и педантично выполняет все возложенные на нее функции.

Химический состав клетки. В клетке насчитывается более 80 химических элементов таблицы Менделеева. Из них почти 98 % приходится на долю углерода (C), водорода (H), кислорода (O) и азота (N).

▶ **Это интересно.** Клетки разных представителей животного мира обладают принципиально сходным набором химических элементов. Как вы думаете, о чем это говорит?

Вещества, образующие живую клетку, принято делить на неорганические и органические.

Неорганические вещества клетки. Важнейшим неорганическим веществом клетки является **вода**. Все питательные вещества поступают в клетку в растворенном в воде состоянии. В таком же виде из клетки удаляются конечные продукты обмена веществ. Практически все биохимические реакции протекают в водной среде. Причем, чем интенсивнее идут в клетке обменные процессы, тем больше в ней воды. Так, в клетках мозга содержание воды составляет около 80 %, а в малоактивных клетках жировой ткани — менее 30 %.

Исключительно велика роль воды в теплообменных процессах. Благодаря высокой теплоемкости она накапливает и сохраняет тепло, поддерживая тем самым определенную температуру внутри клетки.

Неорганические вещества в клетке представлены также **минеральными солями**. В водных растворах их молекулы распадаются на катионы и анионы. Наибольшее физиологическое значение имеют K^+, Na^+, Ca^{2+}, Mg^{2+}, HCO_3^-, Cl^-.

Органические вещества клетки. Среди органических веществ самыми важными для жизнедеятельности клеток являются белки, углеводы и жиры.

Белки́ — наиболее сложно организованные природные соединения. В организме человека содержится около 100 тыс. видов белков, многие из которых уникальны.

Белки выполняют огромное количество функций. Они являются структурными элементами клеточной мембраны, цитоплазмы, ядра и органоидов. Одни из них существенно увеличивают скорость протекания биохимических реакций, другие обеспечивают расщепление органических веществ, а третьи делают возможными все виды движений.

Углеводы — неотъемлемый компонент любой клетки. Простейшие представители этого обширного класса органических соединений — глюкоза и гликоген. *Глюкоза* является главным источником энергии. В печени и мышцах она запасается в виде *гликогена*, или *животного крахмала*.

Жиры входят в состав клеточной мембраны, а также служат запасным источником энергии в организме.

Строение клетки. Все клетки организма человека имеют сходное строение (рис. 1). Снаружи они покрыты плазматической мембраной, под которой находятся цитоплазма, органоиды и ядро.



Рис. 1. Строение клетки

Плазматическая мембрана отделяет содержимое клетки от внешней среды. Благодаря избирательной проницаемости она контролирует перенос в клетку и из клетки неорганических и органических веществ.

Цитоплазма — полужидкая внутренняя среда клетки. Пребывая в постоянном движении, цитоплазма обеспечивает связь и взаимодействие находящихся в ней органоидов.

Органоиды являются обязательными компонентами клетки. Они имеют разное строение и выполняют высокоспециализированные функции, без которых клетка не может существовать.

Практически все протекающие в клетке процессы определяются и контролируются ее *ядром*. В ядре находятся хромосомы, обеспечивающие хранение и передачу наследственной информации.

Все клетки человеческого тела, за исключением половых, называются *соматическими* (от греч. *sóma* — тело). *Половые клетки* — сперматозоиды и яйцеклетки — образуются в половых железах и служат для размножения. В отличие от соматических клеток они несут половинный набор хромосом.

Функции клеток. Важнейшим свойством живой клетки является **обмен веществ** и **энергии**. Он складывается из двух непрерывно протекающих и неразрывно связанных между собой процессов *распада* и *синтеза органических веществ*. Как правило, попадающие в клетку вещества распадаются на более простые. Затем они используются как строительный материал для создания клеточных структур и в качестве источника энергии. Исключительное по важности значение в обмене веществ и энергии имеет АТФ (аденозинтрифосфорная кислота). АТФ играет роль основного поставщика энергии в клетке.

Практически всем клеткам свойственна **раздражимость** — способность реагировать на действие определенных раздражителей (света, температуры, механических и химических воздействий). Наличие раздражимости является основным критерием отличия живого организма от неживого объекта.

Нервные, мышечные и секреторные клетки обладают **возбудимостью.** В результате действия достаточно сильного раздражителя они переходят от состояния покоя к возбуждению. В основе этого процесса лежит изменение электрического заряда плазматической мембраны.

Нервные и мышечные клетки не только формируют, но и проводят электрический импульс. Эта способность называется **проводимостью.**

Помимо возбудимости и проводимости, для мышечных клеток характерна еще и **сократимость.** Мышечные клетки могут изменять свою форму и размеры, благодаря чему выполняют двигательную функцию.

Секреторные клетки синтезируют и выделяют *секрет* — продукт жизнедеятельности, содержащий специфические химические вещества. Различают в н е ш н ю ю (секрет поступает на поверхность тела или в его полость) и в н у т р е н н ю ю (секрет поступает в кровь или лимфу) секрецию.

Большинство соматических клеток обладает способностью к **делению.** В результате деления из одной клетки образуются две, содержащие одинаковый с материнской наследственный материал. Деление позволяет клеткам поддерживать свою численность, а также обеспечивает рост и жизнеспособность организма.

■ **Повторим главное.** Клетка является элементарной единицей строения организма человека. ◆ Все соматические клетки имеют близкий химический состав и принципиально сходное строение. ◆ Клетки образованы неорганическими (вода, минеральные соли) и органическими (белки, углеводы, жиры) веществами. ◆ Снаружи клетки покрыты плазматической мембраной. ◆ Под мембраной находится цитоплазма, содержащая органоиды и ядро. ◆ Ядро является носителем наследственной информации и контролирует все функции клетки. ◆ Важнейшими свойствами клеток являются обмен веществ и энергии, возбудимость, проводимость, сократимость и способность к самовоспроизведению. ◆ Все новые клетки образуются путем деления уже имеющихся клеток.

Ключевые вопросы. 1. Какие химические вещества входят в состав клетки? Какова их роль? **2.** Дайте определение понятия «клетка». Охарактеризуйте роль клетки в организме. **3.** Какие структурные элементы ядра являются носителями наследственных свойств и признаков? **4.** Какими способностями обладают клетки? Все ли клетки являются возбудимыми?

Сложные вопросы. 1. Почему Леонардо да Винчи называл воду «соком жизни»? **2.** Отличаются ли по размерам соматические клетки слона и мыши? **3.** Может ли клетка обходиться без органоидов? **4.** В связи с чем клетки имеют малые размеры? Почему органы состоят из огромного числа клеток, а не из одной большой клетки?

§ 2. Эпителиальная и мышечная ткани

- **Вспомните.** Что такое ткань? Какие ткани входят в состав растительных организмов?
- **Как вы думаете?** Отличаются ли ткани животных от тканей растений?
- **Вы узнаете** об особенностях эпителиальной и мышечной тканей организма человека.

Сходные по происхождению, строению и функциям клетки и межклеточное вещество образуют **ткань.** Различают четыре основных типа животных тканей: эпителиальную, нервную, мышечную и ткани внутренней среды (соединительную).

Эпителиальная ткань представлена покровным (эпидермис кожи, эпителий пищеварительной, дыхательной, мочеполовой систем) и железистым (входит в состав большинства желез) эпителием.

Клетки **покровного эпителия** очень плотно прилегают друг к другу. Между ними практически отсутствует межклеточное вещество. Они лишены кровеносных сосудов, и их питание осуществляется за счет лежащей рядом с ними соединительной ткани.

В зависимости от количества клеточных слоев различают *однослойный* и *многослойный* покровный эпителий (рис. 2). В свою очередь,

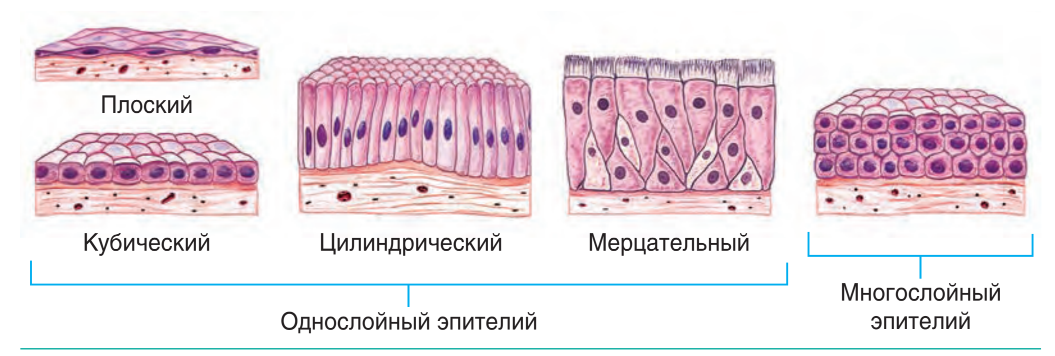


Рис. 2. Виды покровного эпителия

в соответствии с формой клеток однослойный эпителий подразделяется на плоский, кубический и цилиндрический. Одной из разновидностей однослойного эпителия является реснитчатый, или мерцательный, эпителий. Он представлен клетками, на верхушке которых располагаются реснички, совершающие колебательные движения. Мерцательный эпителий выстилает различные органы, например дыхательные пути.

Покровный эпителий выполняет защитную функцию. Его клетки подвергаются воздействию разнообразных факторов среды и в больших количествах погибают. Их убыль быстро возмещается благодаря выраженной способности эпителиальных клеток к делению.

Железистый эпителий представлен как отдельными секреторными клетками, так и клетками, собранными в группы, — железами. Они вырабатывают и выделяют пищеварительные соки, слезы, пот и др.

В организме человека присутствуют железы внешней, внутренней и смешанной секреции.

Железы *внешней секреции* через специальные выводные протоки выделяют свой секрет на поверхность тела (молочные, потовые, сальные железы) или в его полость — желудок, кишечник (желудочные, кишечные железы).

Железы *внутренней секреции* (гипофиз, щитовидная железа) лишены выводных протоков. Они продуцируют биологически активные вещества, которые поступают непосредственно в кровь или лимфу.

Железы *смешанной секреции* (поджелудочная, половые) выполняют одновременно и внутрисекреторную и внешнесекреторную функции.

Мышечные ткани различаются по своему строению, но сходны по способности к сокращениям. Различают два основных вида мышечной ткани: гладкую и поперечнополосатую (рис. 3).

Гладкая (неисчерченная) мышечная ткань состоит из веретеновидных одноядерных клеток. Она находится в стенках кровеносных сосудов, полых внутренних органов — желудка, кишечника — и сокращается без участия сознания.

Поперечнополосатая мышечная ткань имеет видимую в световой микроскоп поперечную исчерченность (отсюда название). Наличие исчерченности обусловлено чередованием в мышечных волокнах участков с разными оптическими свойствами: одни выглядят как темные полосы, другие — как светлые.

Поперечнополосатую мышечную ткань подразделяют на скелетную и сердечную. Скелетная мышечная ткань образована вытянутыми многоядерными мышечными волокнами. Эта ткань образует скелетную мускулатуру, мышцы языка, глотки и гортани. Скелетная мышечная

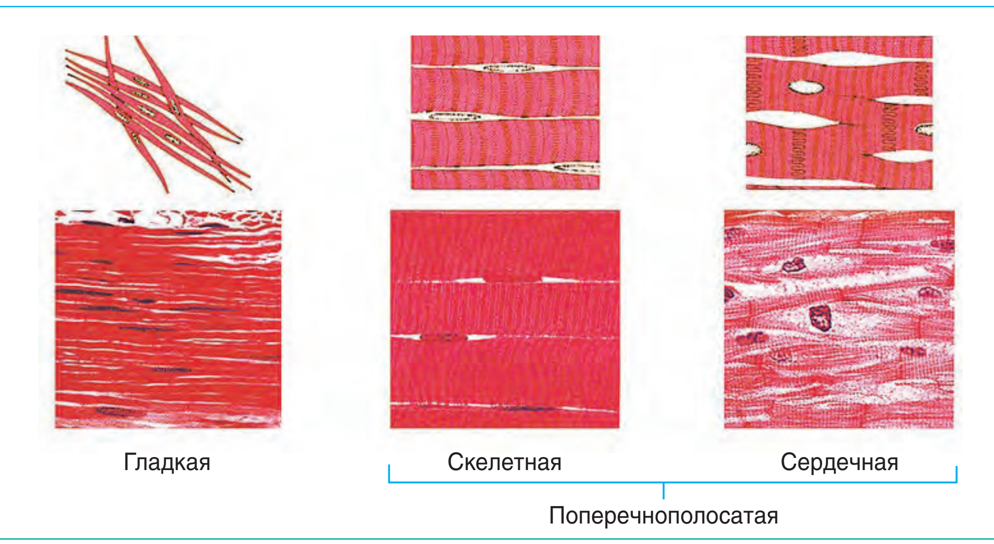


Рис. 3. Виды мышечной ткани

ткань обеспечивает выполнение физических упражнений, натяжение голосовых связок, дыхание. Характерной особенностью всех скелетных мышц является их подконтрольность нашему сознанию.

Сердечная мышечная ткань представлена клетками, содержащими 1—2 ядра. Кроме того, между клетками имеются специальные контакты, обеспечивающие мгновенную передачу возбуждения. Особым свойством сердечной мышечной ткани является способность ритмично сокращаться под действием возбуждения, возникающего в ней самой. Как и гладкая мышечная ткань, сердечная мышца сокращается непроизвольно.

■ **Повторим главное.** Эпителиальная ткань состоит из плотно прилегающих друг к другу клеток. Она выстилает поверхность тела, стенки всех его полостей, внутренние органы, а также формирует железы внешней, внутренней и смешанной секреции. ◆ Гладкую мышечную ткань формируют мелкие веретенообразные клетки. ◆ Поперечнополосатая скелетная мышечная ткань образована вытянутыми многоядерными мышечными волокнами. ◆ Поперечнополосатая сердечная мышечная ткань представлена клетками, содержащими 1—2 ядра. ◆ Все мышечные ткани обладают выраженной способностью к сокращениям. При этом под волевой контроль подпадает только скелетная мышечная ткань.

Ключевые вопросы. 1. Справедливо ли утверждение: «Ткань — это совокупность похожих друг на друга клеток»? **2.** Как строение эпителиальной ткани соответствует выполняемой ею функции? **3.** Чем поперечнополосатая мышечная ткань отличается от гладкой мышечной ткани? **4.** Чем скелетная мышечная ткань отличается от сердечной?

Сложные вопросы. 1. В ротовой полости находится многослойный эпителий, а в кишечнике — однослойный. Как данная особенность связана с функциями этих отделов пищеварительной системы? **2.** В каких мышечных тканях количество кровеносных сосудов на единицу площади больше? Почему? **3.** Как различается скорость деления клеток в покровном и железистом эпителии?

§ 3. Нервная ткань и ткани внутренней среды

- **Вспомните.** Какие функции выполняет нервная система животных?
- **Как вы думаете?** Есть ли в организме участки, в которых полностью отсутствует нервная ткань?
- **Вы узнаете** об особенностях организации нервной ткани и тканей внутренней среды.

Нервная ткань состоит из нервных клеток — **нейронов** и клеток **глии** (рис. 4). В нейроне различают тело с ядром и отростки. Многочисленные, сильно ветвящиеся отростки называются *дендритами*, а длинный, слабоветвящийся отросток — *аксоном* (рис. 5).

Дендриты обеспечивают прием и передачу информации к телу нейрона. Аксон отвечает за передачу возбуждения от тела нейрона к другим клеткам.

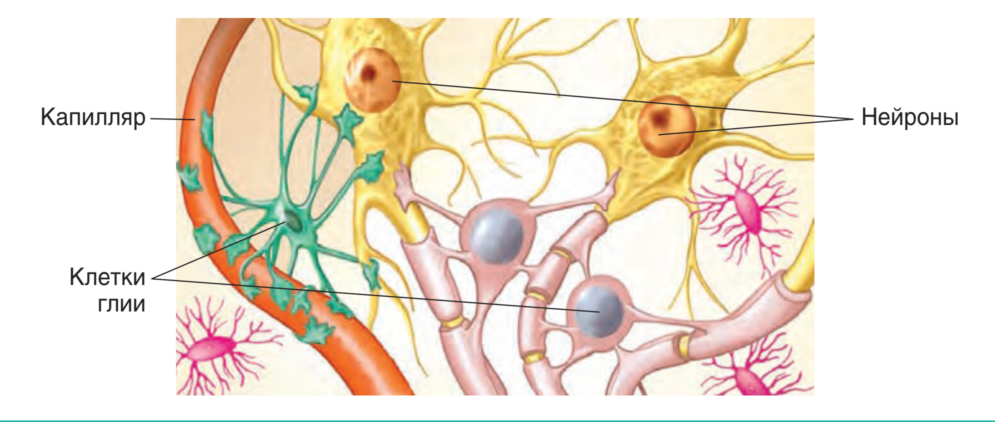


Рис. 4. Нервная ткань

Основной задачей клеток глии является создание оптимальных условий для жизнедеятельности нейронов. Располагаясь между нервными клетками, глиальные клетки снабжают нейроны питательными веществами, служат опорой и защитой. В среднем на один нейрон приходится около 10 глиальных клеток.

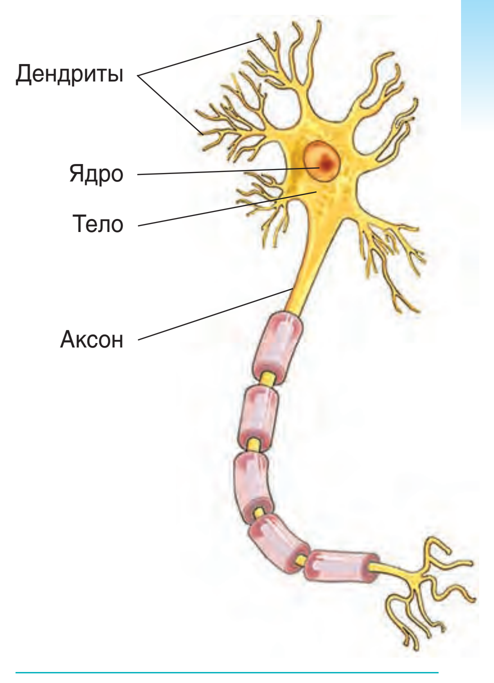


Рис. 5. Нейрон

Ткани внутренней среды, или соединительные ткани, как следует из названия, занимают в организме внутреннее положение, т. е. не граничат с внешней средой. Они имеют общее происхождение и выполняют опорную, защитную и питательную функции. Еще одной характерной чертой тканей внутренней среды является сильное развитие межклеточного вещества. Наличие этих признаков оправдывает объединение в одну группу таких разных тканей, как кровь, лимфа, собственно соединительные и скелетные ткани.

Кровь и **лимфа** представляют собой жидкие ткани внутренней среды (рис. 6, с. 14). Их межклеточное вещество имеет жидкую консистенцию. В нем во взвешенном состоянии плавают клетки — *форменные элементы* (эритроциты, лейкоциты, тромбоциты).

Основной функцией крови и лимфы является транспортировка различных веществ. Так, например, кровь осуществляет перенос в ткани глюкозы, биологически активных веществ, кислорода, а лимфатическая система переносит из тканей в кровь белки, воду, соли.

Собственно соединительные ткани характеризуются наличием в межклеточном веществе развитой системы волокон (см. рис. 6). В зависимости от особенностей их расположения выделяют *рыхлую волокнистую соединительную ткань* (присутствует в стенках кровеносных сосудов) и *плотную волокнистую соединительную ткань* (образует связки и сухожилия).

В группу соединительных тканей входят также ткани со специальными свойствами: жировая, пигментная и др.

Жировая ткань располагается под кожей (подкожно-жировая клетчатка) и между внутренними органами. Она образует своеобразные

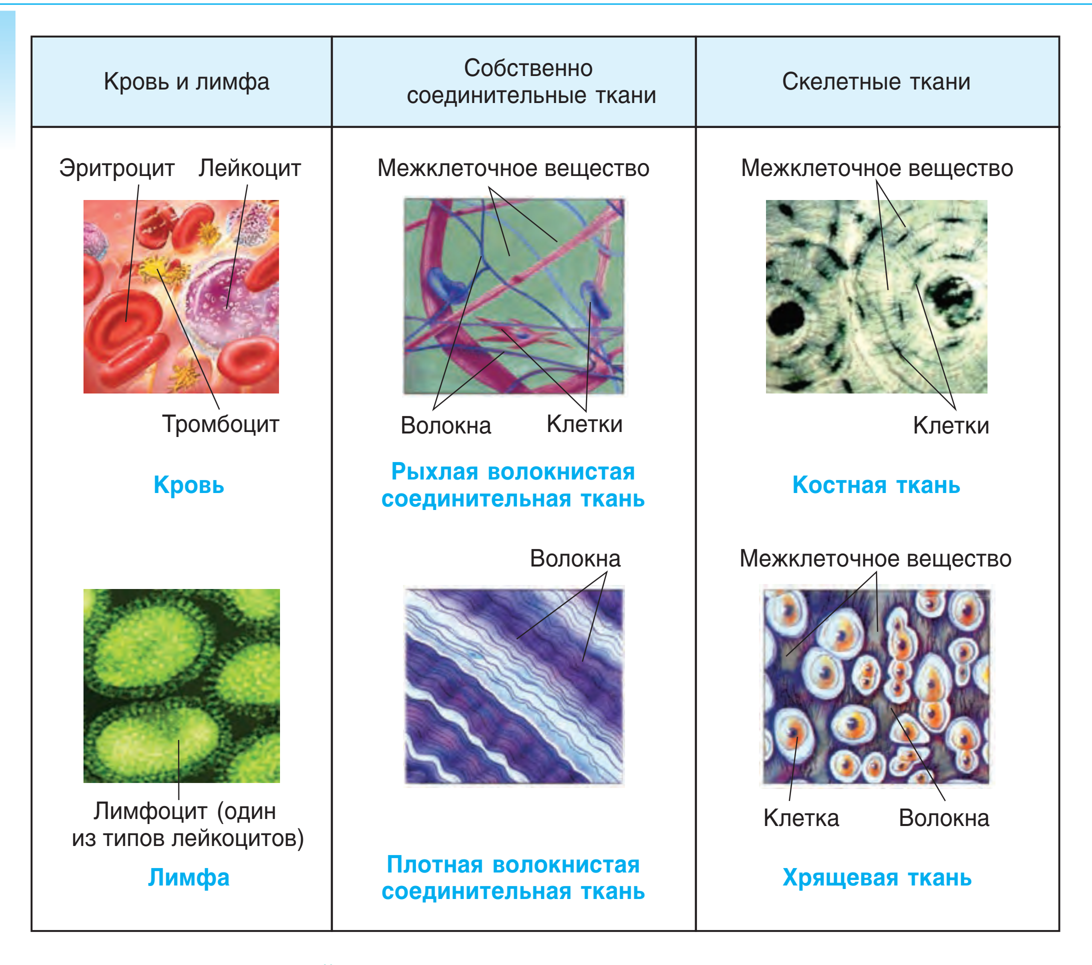


Рис. 6. Ткани внутренней среды

желеобразные подушки, защищающие органы от механических повреждений. Главной задачей жировой ткани является накопление и хранение жиров. Помимо функции энергетического депо, жировая ткань предохраняет организм от потери тепла, играя роль теплоизолирующего слоя.

Пигментная ткань состоит из клеток, которые содержат красящие вещества *меланины*. Пигментные клетки залегают в радужной оболочке глаза, в коже, придавая им определенный цвет. Меланины защищают орган зрения и кожу от повреждающего воздействия ультрафиолетового излучения.

Скелетные ткани подразделяются на хрящевые и костные (см. рис. 6). *Хрящевая ткань* состоит из хрящевых клеток и большого количества плотного межклеточного вещества. Она образует хрящи ушных раковин, дыхательных путей, межпозвоночные диски, покрывает суставные поверхности костей. *Костная ткань* представлена костными пластинками, между которыми лежат клетки. Помимо функций опоры и защиты, она играет важную роль в обмене минеральных веществ.

■ **Повторим главное.** Нервная ткань состоит из нейронов и клеток глии. ◆ Окруженные глиальными клетками нейроны обеспечивают восприятие и преобразование энергии раздражителей в нервные импульсы. ◆ Ткани внутренней среды защищают, поддерживают и соединяют между собой все клетки, ткани и органы тела. Для них характерно хорошо развитое межклеточное вещество. ◆ Межклеточное вещество может состоять из волокон (рыхлая и плотная соединительные ткани), быть плотным и упругим (хрящевая ткань), твердым (костная ткань) или жидким (кровь и лимфа). ◆ К тканям внутренней среды также относят жировую и пигментную ткани.

? **Ключевые вопросы. 1.** Охарактеризуйте структурно-функциональные особенности нервной ткани. **2.** Почему к тканям внутренней среды относят такие разные ткани? Что их объединяет? **3.** В чем состоят особенности строения собственно соединительных тканей по сравнению с другими видами тканей? **4.** Что представляют собой жидкие ткани внутренней среды? **5.** Как строение скелетных тканей соответствует их функциям? **6.** Дайте характеристику тканям со специальными свойствами.

Сложные вопросы. 1. Существует мнение, что в головном мозге одаренных людей больше глиальных клеток. Какие преимущества это дает? **2.** У каких известных вам тканей объем межклеточного вещества больше объема самих клеток?

§ 4. Органы, системы органов. Организм — единое целое

- **Вспомните.** Какие органы и системы органов характерны для высших животных?
- **Как вы думаете?** Будет ли отличаться набор органов и систем органов у высших животных и человека?
- **Вы узнаете** о физиологических системах, в которые объединяются органы человека.

Организм человека — сложная биологическая система, состоящая из большого числа взаимосвязанных структурных элементов. Как и во многих других живых организмах, в нем можно выделить несколько уровней организации: клеточный, тканевый, органный, системный и организменный.

Органы — это анатомически обособленные части организма, выполняющие определенные функции. Глаз, ухо, сердце, почка, мышца, кожа, мочевой пузырь, зуб — все это органы. Каждый из них имеет определенную форму и выполняет специфические функции. Сердце приводит в движение кровь, скелетные мышцы обеспечивают перемещение тела в пространстве, зубы служат для откусывания и пережевывания пищи и т. д.

В образовании даже одного органа участвует несколько тканей. Как правило, в каждом органе есть эпителиальная, соединительная и нервная ткани. Но лишь одна из них играет ведущую роль и определяет главную функцию органа. Так, главная ткань сердца — мышечная (насосная функция), кости — костная (функция опоры), кожи — покровный эпителий (защитная функция).

Вне организма орган не может осуществлять свои функции. А вот организм может обойтись без некоторых органов. Например, хирургическое удаление зуба, почки или селезенки не приводит к гибели человека.

Система органов — это совокупность органов, выполняющих общую функцию. У человека выделяют дыхательную, сердечно-сосудистую, лимфатическую, пищеварительную, мочевыделительную, репродуктивную (половую), эндокринную, иммунную, костную, мышечную, нервную и сенсорные системы органов (рис. 7).

Дыхательная система включает полость носа, носоглотку, гортань, трахею, бронхи и легкие. Ее основная функция — обмен газами между организмом и внешней средой. Она создает необходимые условия для насыщения организма кислородом и удаления из него углекислого газа.

Сердечно-сосудистая система обеспечивает движение крови. Как следует из названия, она состоит из кровеносных сосудов и сердца, перекачивающего по ним кровь.

Лимфатическая система представлена лимфатическими сосудами и лимфатическими узлами. Одной из наиболее важных ее функций является отведение избытка жидкости и некоторых веществ (например, белков) из межклеточных пространств обратно в кровеносную систему.

Пищеварительная система включает ротовую полость с языком, зубами и слюнными железами, глотку, пищевод, желудок, кишечник, печень, поджелудочную железу и т. д. В органах пищеварительной системы пища измельчается и подвергается действию пищеварительных соков. В результате сложные молекулы пищевых продуктов расщепляются до более

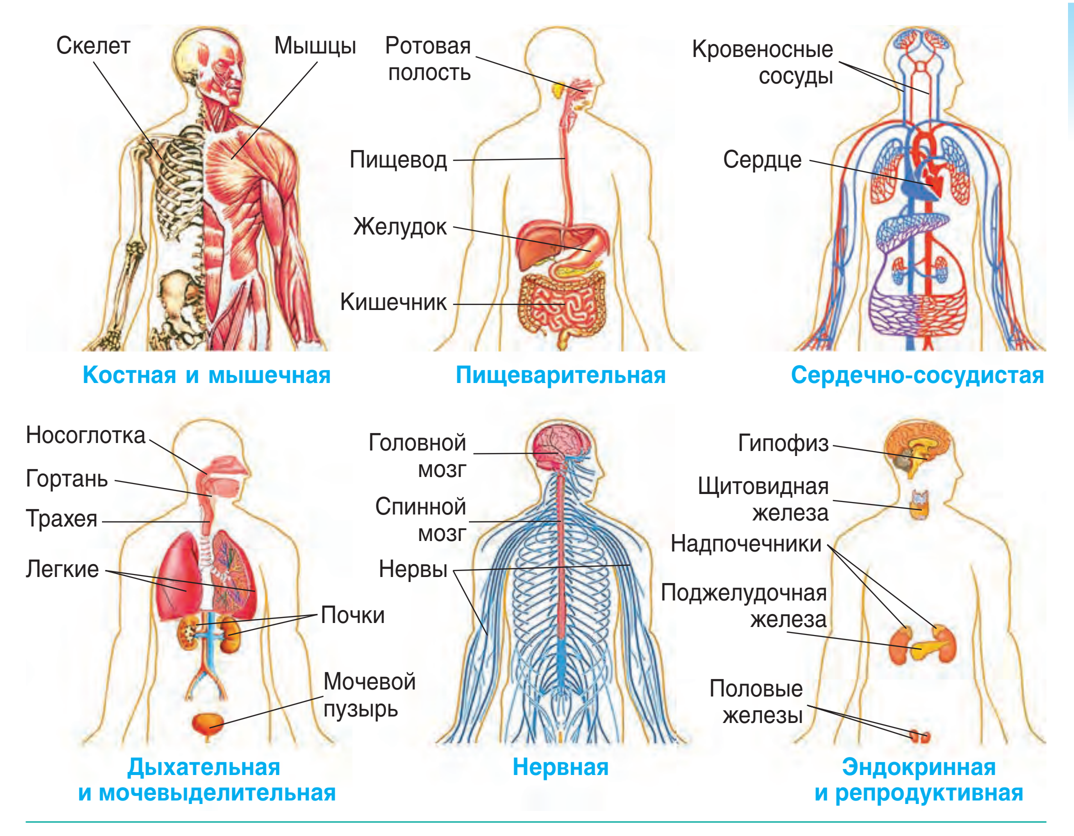


Рис. 7. Основные системы органов человека

простых, которые всасываются и доставляются кровью ко всем клеткам организма.

Мочевыделительная система объединяет органы, выполняющие функцию удаления из организма конечных продуктов обмена веществ. В их число входят почки, мочеточники, мочевой пузырь и мочеиспускательный канал.

Репродуктивная (половая) система отвечает за воспроизведение потомства. К ней относятся наружные и внутренние половые органы, а также половые железы, в которых формируются половые клетки — сперматозоиды и яйцеклетки.

Эндокринная система включает железы внутренней секреции (гипофиз, щитовидную железу, надпочечники и др.). Они вырабатывают и выделяют в кровь биологически активные вещества, которые выполняют функцию регуляции практически всех процессов жизнедеятельности организма.

Иммунная система включает в себя красный костный мозг, селезенку, вилочковую железу, лимфоузлы и др. Она обеспечивает защиту организма от инфекционных заболеваний.

Костная система представлена большим числом различных по форме, размерам и конструкции костей, большинство из которых входит в состав скелета. Скелет выполняет функции опоры и защиты, является депо минеральных веществ.

Мышечная система объединяет все скелетные мышцы. Ее функцией является сохранение позы, перемещение тела или его отдельных частей в пространстве, выполнение тонких движений.

Нервная система состоит из спинного и головного мозга, а также нервных узлов, нервов и нервных окончаний. Она регулирует функции всех систем организма, обеспечивает его приспособление к воздействиям внешней среды. Деятельность нервной системы лежит в основе психических процессов и поведения человека.

Сенсорные системы (зрительная, слуховая, вкусовая, обонятельная и др.) ответственны за восприятие сигналов внешнего мира или внутренней среды организма. Сенсорная система состоит из рецепторов, проводящих путей и отделов головного мозга, обеспечивающих обработку полученных сигналов.

В тех случаях, когда несколько систем объединяются для выполнения определенных функций, их называют *аппаратами*: например, опорно-двигательный (костная и мышечная системы), мочеполовой (мочевыделительная и половая системы).

Организм — единое целое. Существование организма было бы невозможным, если бы он не реагировал как единое целое на изменения, происходящие в окружающем мире и в его внутренней среде. В процессе жизнедеятельности постоянно возникают различные потребности, удовлетворение которых запрограммировано самим фактом существования организма. Ярким примером тому может служить жажда — острое чувство потребности в воде. Необходимость удовлетворения жажды приводит к формированию питьевого поведения, которое реализуется не отдельными клетками, тканями, органами или их системами, а организмом как единым целым.

Таким образом, получение любого полезного результата становится возможным только в случае функционального объединения различных тканей, органов и систем органов в единую систему, которой и является организм человека.

Повторим главное. В организме человека наряду с клеточным и тканевым можно выделить органный, системный и организменный уровни организации. ◆ Органы — это части тела, имеющие строго определенные форму, строение и функции. ◆ Несколько органов, выполняющих общую функцию, образуют систему органов. ◆ Взаимосвязь жизненных процессов обеспечивается согласованным действием всех систем органов, тканей и клеток — организм является единым целым.

?

Ключевые вопросы. 1. Дайте определение понятий «орган» и «система органов». **2.** Могут ли органы выполнять функции вне организма? **3.** Охарактеризуйте структурно-функциональные особенности известных вам систем органов. **4.** Чем отличается система органов от аппарата органов? Приведите примеры тех и других. **5.** Какие системы органов осуществляют связь с внешней средой? В чем это выражается? **6.** Какие системы органов можно отнести к рабочим, а какие — к управляющим?

Сложные вопросы. 1. Объясните, как вы понимаете высказывание: «Все органы тела можно сравнить с оркестром, которым дирижирует мозг». **2.** Прокомментируйте совет французского философа Рене Декарта: «Наблюдайте за вашим телом, если хотите, чтобы ваш ум работал правильно».



ПОДВЕДЕМ ИТОГИ

Организм человека состоит из огромного числа различных по форме, размерам и функциям клеток. Несмотря на многообразие, все они имеют общий принцип строения (плазматическая мембрана, цитоплазма, ядро) и обладают основными свойствами живого (обмен веществ и энергии, деление и рост). Сходные по строению, функциям и происхождению клетки и межклеточное вещество формируют ткани. В организме человека выделяют нервную, мышечную, эпителиальную ткани и ткани внутренней среды.

Различные ткани, соединяясь между собой, образуют органы: сердце, почки, легкие, желудок, глаза и др. Орган занимает постоянное положение, имеет строго определенные форму, строение и функции.

Органы, совместно обеспечивающие выполнение одной или нескольких функций, объединяются в системы органов (дыхательную, кровеносную, пищеварительную и др.), которые и образуют целостный организм.

Живой организм, состоящий из отдельных клеток, тканей, органов и их систем, представляет собой единое целое. Это «система систем», в которой деятельность всех элементов строго согласована и подчинена общей цели.



Глава 2
Нервная система

Вы узнаете

- *как осуществляется регуляция физиологических функций;*
- *особенности строения и функции нервной системы;*
- *виды и функции нейронов и нервов;*
- *принципы деятельности нервной системы;*
- *функции различных отделов мозга;*
- *о вредном воздействии на организм курения и алкоголя;*
- *меры профилактики нарушений функций нервной системы.*

Вы научитесь

- *обосновывать влияние факторов окружающей среды и образа жизни на функционирование нервной системы;*
- *составлять рефлекторные дуги соматических и вегетативных рефлексов.*

Нервная система играет одну из главных ролей в жизнедеятельности организма. Она регулирует, координирует и объединяет работу всех его органов и систем. Связывая воедино чувствительность и двигательную активность, нервная система обеспечивает взаимодействие организма с внешней средой. Ее деятельность лежит в основе психических процессов — ощущения, восприятия, сознания, мышления, памяти и речи.

§ 5. Регуляция процессов жизнедеятельности организма

- **Вспомните.** Каким образом обеспечиваются взаимосвязь и согласованная работа всех систем органов?
- **Как вы думаете?** Есть ли различия в механизмах регуляции процессов жизнедеятельности у протистов (амебы, инфузории туфельки) и более развитых животных (беспозвоночных и позвоночных)?
- **Вы узнаете** о механизмах, обеспечивающих приспособление организма к условиям существования.

Организм и среда. Жизнедеятельность организма во многом зависит от условий его существования. В соответствии с требованиями окружающей среды изменяются самые разные физиологические процессы и функции. Благодаря этому организм *адаптируется* (приспосабливается) к внешнему миру и продолжает свое существование.

Способность к адаптации сочетается со способностью организма сохранять постоянство своего внутреннего состояния. Такие показатели, как концентрация в крови неорганических и органических веществ, температура тела, остаются относительно стабильными даже при значительных колебаниях параметров среды обитания.

Таким образом, живой организм обладает уникальными способностями, позволяющими ему одновременно сохранять свою индивидуальность и адаптироваться к условиям внешней среды. И то и другое было бы невозможно, если бы отсутствовали специальные **регуляторные механизмы,** позволяющие управлять физиологическими функциями. У высших животных (в том числе и у человека) главными формами физиологической регуляции являются нервная и гуморальная регуляция.

Нервная регуляция физиологических процессов заключается во взаимодействии клеток, тканей, органов и их систем с помощью нервной системы. Всю воспринятую информацию **нервная система** преобразует в электрические импульсы, которые передаются в спинной и головной мозг, где формируются программы действий и отдаются команды.

Влияния нервной системы предназначаются конкретным рабочим органам и распространяются практически мгновенно. Благодаря нервной регуляции организм быстро реагирует на изменение условий существования и приводит деятельность клеток, тканей и органов в соответствие со своими потребностями.

Гуморальная регуляция является более древней формой межклеточного взаимодействия. В организме человека она осуществляется с помощью **биологически активных** веществ. Характерная особенность этого способа регуляции функций заключается в том, что он не направлен на один конкретный орган. Поступающие в кровь и лимфу биологически активные вещества доставляются ко всем тканям и органам тела. Распространяются они относительно медленно, а значит, гуморальная регуляция не может обеспечить быструю реакцию органов и их систем на внутренние и внешние раздражители.

Нейрогуморальная регуляция. Гуморальный и нервный механизмы регуляции неразрывно связаны между собой. Нервная система

контролирует секреторные функции целого ряда желез внутренней секреции. В свою очередь синтезируемые биологически активные вещества меняют функциональное состояние нервной системы.

Описанный способ взаимодействия нервной и эндокринной систем является примером регуляции по **принципу прямой и обратной связи**. Нервная регуляция обеспечивает реализацию прямой связи, а гуморальная — обратной. При этом, если какое-то биологически активное вещество увеличивает активность структур, которые его продуцируют, такая обратная связь называется положительной. А если уменьшает — отрицательной. В основе гуморальных регуляторных механизмов лежит главным образом отрицательная обратная связь.

На основе принципа обратной связи обеспечивается регуляция практически всех физиологических показателей. Среди них, например, постоянство температуры тела, артериального давления и др.

В ходе эволюции, несмотря на прогрессирующее развитие нервной системы, гуморальная регуляция сохранилась даже у самых высокоорганизованных животных. Данный факт указывает на то, что каждый из способов регуляции обладает самостоятельным значением и крайне важен для организма.

Именно нейрогуморальная регуляция обеспечивает согласованную работу всех клеток, тканей, органов и их систем и позволяет организму существовать как единому целому в меняющихся условиях среды.

■ **Повторим главное.** Нервная регуляция осуществляется практически мгновенно и максимально точно. ◆ Гуморальная регуляция происходит с помощью биологически активных веществ. Она протекает относительно медленно и не имеет точного адресата. ◆ В основе нервного и гуморального механизмов регуляции лежит принцип прямой и обратной связи.

Ключевые вопросы. 1. Какие физиологические механизмы обеспечивают приспособление организма к условиям существования? **2.** Что именно подразумевается под гуморальной, а что — под нервной регуляцией функций организма? **3.** Каким образом нервный и гуморальный механизмы регуляции связаны между собой? **4.** В чем заключается суть принципа прямой и обратной связи в регуляции функций?



Сложные вопросы. 1. Чем, на ваш взгляд, вызвано появление и развитие в процессе эволюции нервной регуляции функций организма? **2.** Как вы думаете, эволюционирует ли нервная система современного человека? **3.** Чем именно обусловлено появление нервного механизма регуляции функций в процессе биологической эволюции?

§ 6. Общие принципы организации и работы нервной системы

- **Вспомните.** Какие ключевые этапы прошла на пути своего эволюционного развития нервная система? Чем отличается нервная система беспозвоночных животных от нервной системы хордовых?
- **Как вы думаете?** Почему при удалении больного зуба укол для обезболивания делают в десну не у самого корня, а на некотором расстоянии?
- **Вы узнаете** об особенностях передачи нервного импульса; о рефлексе и строении рефлекторной дуги.

Строение нервной системы. В составе нервной системы выделяют центральный и периферический отделы. *Центральный* отдел представлен головным и спинным мозгом, *периферический* — нервами, нервными узлами и нервными окончаниями (рецепторами) (рис. 8).

Согласно функциональной классификации нервную систему делят на соматическую и автономную (вегетативную). *Соматическая* нервная система является произвольной, то есть управляется сознанием человека. В круг ее обязанностей входит восприятие воздействий окружающего мира и контроль за деятельностью скелетных мышц.

Автономная (от греч. *autos* — сам), или *вегетативная*, нервная система не подпадает под контроль сознания. Она регулирует работу внутренних органов, желез, просвет кровеносных и лимфатических сосудов. В автономной нервной системе выделяют два отдела — с и м п а т и ч е с к и й и п а р а с и м п а т и ч е с к и й.

Структурно-функциональной единицей нервной системы является **нейрон**. В зависимости от выполняемой функции выделяют чувствительные, двигательные и вставочные нейроны. *Чувствительные* нейроны проводят нервные импульсы в направлении центральной нервной системы. Их характерной чертой является наличие длинных

Рис. 8. Схема строения нервной системы (центральная часть показана красным цветом, периферическая — синим)

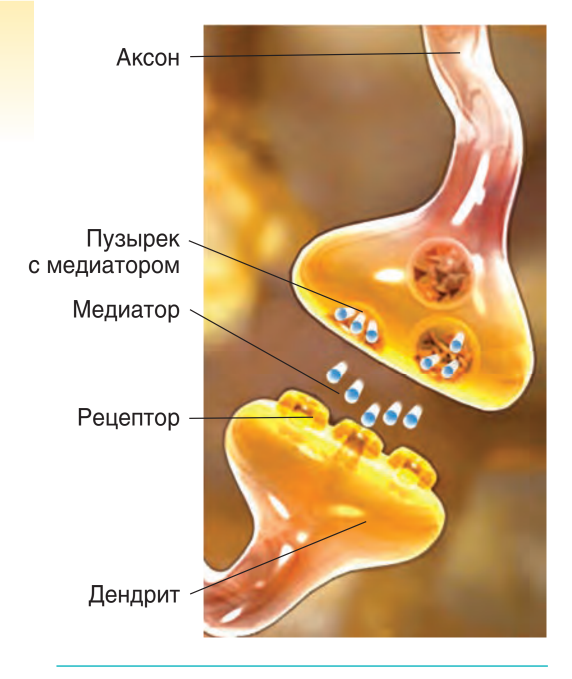


Рис. 9. Строение синапса

дендритов и коротких аксонов. *Двигательные* нейроны передают сигналы от центральной нервной системы к исполнительному органу. У них аксоны длинные, а дендриты короткие. И наконец, *вставочные* нейроны соединяют между собой чувствительные и двигательные нервные клетки. Их тела и отростки не выходят за пределы центральной нервной системы.

Место контакта нейрона с другой клеткой получило название **синапс** (рис. 9). На уровне синапса электрический способ передачи информации меняется на химический. В типичном химическом синапсе посредником между клетками является медиатор. Это биологически активное вещество, которое выделяется из окончаний аксона под действием нервных импульсов. Медиатор вступает в контакт с чувствительными к нему рецепторами, расположенными на мембране соседней клетки. В зависимости от химической природы медиатора она либо формирует нервные импульсы, либо на некоторое время утрачивает эту способность, то есть переходит в состояние торможения.

Отросток нейрона, покрытый глиальными оболочками, называют **нервным волокном** (рис. 10). В зависимости от особенностей строения оболочки различают *миелинизированные* и *немиелинизированные* нервные волокна. Оболочка миелинизированных нервных волокон содержит жироподобное вещество — миелин, которое выполняет электроизолирующую функцию. Скорость проведения возбуждения по миелинизированным нервным волокнам может достигать 120 м/с. По немиелинизированным волокнам возбуждение распространяется значительно медленнее.

Пучки нервных волокон, покрытые общей соединительнотканной оболочкой, образуют **нерв** (см. рис. 10). Электрические импульсы распространяются по каждому нервному волокну изолированно, не переходя на соседние. Большинство нервов — смешанные, так как в их состав входят и чувствительные, и двигательные нервные волокна.

Рефлекс, рефлекторная дуга. Основным проявлением деятельности нервной системы является **рефлекс** (от лат. *reflexus* — отраженный). Любой рефлекс представляет собой стереотипную ответную реакцию организма на раздражение. Пример простейшего двигательного рефлекса — *коленный рефлекс*. Он проявляется в быстром разгибании ноги при ударе по сухожилию мышцы бедра (рис. 11).



Рис. 10. Строение нерва

Нейроны и пути прохождения нервных импульсов при рефлекторном акте образуют так называемую рефлекторную дугу. В ней различают 5 звеньев: 1) рецептор; 2) чувствительный путь; 3) нервный центр; 4) двигательный путь; 5) рабочий орган (например, мышца).

Любой рефлекс начинается с раздражения рецепторов. Рецептором может быть нервное окончание — дендрит и даже целая клетка (например, светочувствительные клетки сетчатки глаза). Рецепторы преобразуют энергию раздражителя в нервные импульсы.

От рецептора по чувствительному пути импульсы следуют в центральную нервную систему. В ней импульсы переключаются на двигательный нейрон. Затем по его аксону (двигательный путь) они направляются к исполнительному органу.

Как правило, рефлекторные реакции протекают при участии не двух, а значительно большего числа нервных клеток. Обычно между чувствительным и двигательным нейронами имеются вставочные. Они связывают между собой чувствительные и двигательные нейроны, передают сигналы из головного мозга в спинной, определяют ответную реакцию организма. Благодаря их многочисленности и свойствам нервная система обладает достаточно высокой

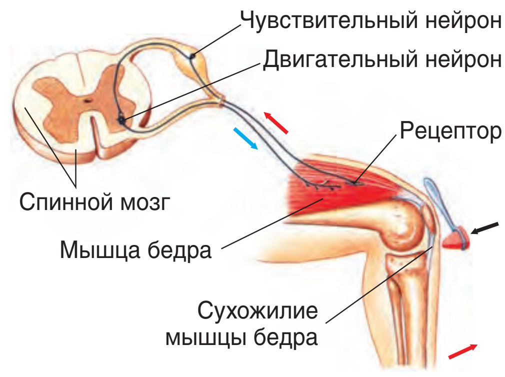


Рис. 11. Схема коленного рефлекса

пластичностью. Другими словами, она способна к существенным перестройкам в ответ на действие внешних и внутренних факторов. Кроме того, пластичность позволяет нервной системе восстанавливать свои функции после травм и иных нарушений.

Повторим главное. Структурно-функциональной единицей нервной системы является нейрон. ◆ Передача информации от одного нейрона к другому обеспечивается синапсами. ◆ В основе деятельности нервной системы лежит рефлекторный принцип. ◆ Рефлекторная дуга состоит из рецепторов, чувствительного пути, нервного центра, двигательного пути и рабочего органа. ◆ Благодаря нейронам нервная система обладает высокой пластичностью.



Ключевые вопросы. 1. Охарактеризуйте значение нервной системы. **2.** Чем образованы центральная и периферическая части нервной системы? **3.** Чем отличаются функции соматической нервной системы от автономной нервной системы? **4.** Как вы понимаете выражение: «Нейрон — структурная и функциональная единица нервной системы»? **5.** Какую функцию выполняют чувствительные, вставочные и двигательные нейроны? **6.** Что такое медиатор? Какова его роль в передаче нервных импульсов? **7.** Чем нерв отличается от нервного волокна? **8.** Что такое рефлекс? Из каких звеньев состоит рефлекторная дуга? **9.** Что понимают под пластичностью нервной системы?



Сложные вопросы. 1. Подавляющее большинство нервных клеток взрослого человека не делится. К каким последствиям привело бы восстановление у них этой способности? **2.** Почему нервные структуры обладают наиболее высокой пластичностью в раннем возрасте? **3.** С чем связан тот факт, что новорожденные не могут управлять своими движениями? **4.** Почему нейроны коры больших полушарий образуют большее количество синапсов, чем нейроны других отделов нервной системы?

§ 7. Строение и функции спинного мозга

- **Вспомните.** Для какого типа животных характерна центральная нервная система, представленная нервной трубкой? Как соотносятся масса спинного и масса головного мозга у пресмыкающихся и у млекопитающих?
- **Как вы думаете?** Может ли человек при поражении спинного мозга продолжать жить и заниматься умственным трудом?
- **Вы узнаете,** как устроен спинной мозг и какие функции он выполняет.

Строение спинного мозга. **Спинной мозг** лежит в позвоночном канале и представляет собой белый тяж длиной 40—45 см и массой около 35 г. Вверху без резкой границы он переходит в продолговатый мозг, а внизу заканчивается концевой нитью.

Снаружи спинной мозг покрывают *твердая, паутинная* и *мягкая оболочки*. Полость между паутинной и мягкой оболочками заполнена спинномозговой жидкостью, которая находится и в спинномозговом канале, проходящем через центральную часть спинного мозга. Спинномозговая жидкость обеспечивает поступление питательных веществ к нервным клеткам и удаляет продукты их жизнедеятельности.

▶ **Это интересно.** Одним из широко используемых методов медицинского исследования является спинномозговая пункция. При этой манипуляции в подпаутинное пространство спинного мозга вводят специальную иглу. Через нее осуществляют забор спинномозговой жидкости или делают инъекции лекарственных препаратов. Кроме того, спинномозговую пункцию проводят с целью обезболивания.

На поперечном срезе спинного мозга видно, что он состоит из серого и белого вещества (рис. 12). **Серое вещество** представлено телами нейронов и имеет вид расправленных крыльев бабочки. Выступы серого вещества называют рогами. Различают передние, задние и боковые рога. В передних рогах лежат тела двигательных нейронов, в задних — тела вставочных. Боковые рога расположены между передними и задними и содержат тела нейронов автономной нервной системы.

Со всех сторон серое вещество окружено белым. **Белое вещество** представлено нервными волокнами, которые образуют *восходящие* и *нисходящие* проводящие пути. По проводящим путям возбуждение поступает в головной мозг и в соседние участки спинного мозга.

Одной из наиболее характерных особенностей спинного мозга является его сегментарность. *Сегмент* — это участок, дающий начало двум передним и двум задним **корешкам**. Передние корешки образованы

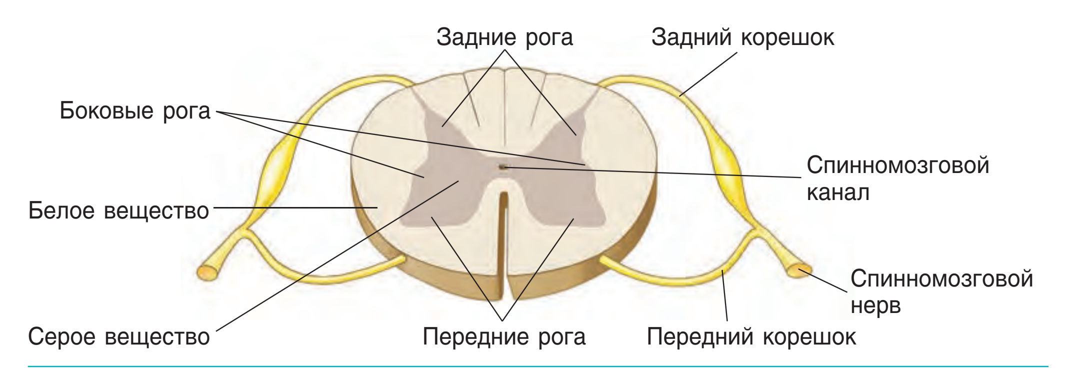


Рис. 12. Строение спинного мозга

аксонами двигательных нейронов, а задние — аксонами чувствительных нейронов. За пределами позвоночного канала передние и задние корешки одного сегмента сливаются в спинномозговой нерв (см. рис. 12). От каждого сегмента спинного мозга берут начало два спинномозговых нерва, а общее количество сегментов равно 31.

От шейных и верхних грудных сегментов спинного мозга отходят нервы к мышцам верхних конечностей. Они направляются также к органам грудной полости, сердцу и легким. Нижние сегменты грудного и верхние сегменты поясничного отделов управляют мышцами туловища и органами брюшной полости. Остальные поясничные и крестцовые сегменты спинного мозга регулируют работу мышц нижних конечностей и органов нижней части брюшной полости.

Функции спинного мозга. Спинной мозг выполняет рефлекторную и проводниковую функции. **Рефлекторная функция** спинного мозга заключается в регулировании работы скелетных мышц и внутренних органов, а также процессов потоотделения, мочеиспускания и дефекации.

Проводниковая функция спинного мозга состоит в обеспечении связей с другими отделами нервной системы. По многочисленным проводящим путям спинной мозг передает импульсы к выше- и нижележащим нервным центрам.

Деятельность спинного мозга находится под контролем головного мозга. Только простые рефлекторные реакции осуществляются спинным мозгом самостоятельно. Ходьба, бег, письмо, трудовая деятельность требуют обязательного участия головного мозга.

Травмы спинного мозга приводят к нарушению его функций. Нервные центры, находящиеся ниже места повреждения, перестают осуществлять свойственные им рефлексы. Через некоторое время рефлексы восстанавливаются, но в тяжелых случаях головной мозг навсегда утрачивает контроль над этими центрами.

■ **Повторим главное.** Спинной мозг — орган центральной нервной системы, заключенный в позвоночный канал. ◆ В центре спинного мозга находится полый канал, заполненный спинномозговой жидкостью. ◆ Тела нейронов образуют серое вещество спинного мозга, а их отростки — белое. ◆ В сером веществе спинного мозга различают передние, боковые и задние рога. ◆ В задних рогах находятся тела вставочных, а в передних — двигательных нейронов. ◆ Спинной мозг выполняет рефлекторную и проводниковую функции. ◆ Работа спинного мозга находится под контролем вышележащих отделов центральной нервной системы.

Ключевые вопросы. 1. Каково строение спинного мозга? **2.** Чем представлено белое и серое вещество спинного мозга? **3.** Почему спинномозговые нервы считаются смешанными? **4.** Почему человек утрачивает возможность совершать произвольные движения, нервные центры которых лежат ниже места повреждения спинного мозга?

Сложные вопросы. 1. Для функционирования рефлекторной дуги вполне достаточно двух нервных клеток. Тем не менее чаще встречаются рефлекторные дуги, образованные значительно большим числом нейронов. Чем это можно объяснить? **2.** Почему травмы позвоночника часто сопряжены с нарушениями работы самых различных органов и систем? **3.** Как изменится тонус скелетных мышц после повреждения передних корешков спинного мозга? **4.** При некоторых заболеваниях у человека нарушается проведение возбуждения из головного мозга в спинной. Сохраняется ли при этом коленный рефлекс? Возникнет ли ощущение боли при уколе кожной поверхности ноги? Возможны ли произвольные движения нижними конечностями?

§ 8. Строение и функции головного мозга

- **Вспомните.** Из каких отделов состоит головной мозг позвоночных животных?
- **Как вы думаете?** Отличается ли головной мозг человека от головного мозга человекообразной обезьяны?
- **Вы узнаете** строение и функции различных отделов головного мозга.

Головной мозг является главным органом центральной нервной системы. Он находится внутри черепа и состоит из продолговатого мозга, моста и мозжечка, среднего мозга, промежуточного мозга и больших полушарий с мозолистым телом (рис. 13).

Белое вещество головного мозга образует проводящие пути, связывающие между собой различные отделы центральной нервной системы.

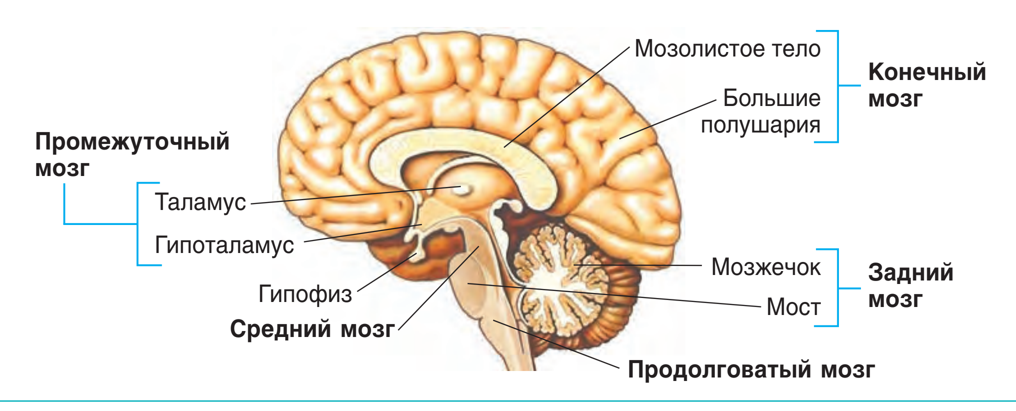


Рис. 13. Строение головного мозга

Серое вещество располагается внутри белого в виде плотных скоплений нейронов — *ядер* (нервных центров). Кроме того, серое вещество тонким слоем (*корой*) покрывает сверху мозжечок и большие полушария мозга.

Продолговатый мозг, мост, средний и промежуточный мозг образуют **ствол мозга** (см. рис. 13). В нем расположены ядра большинства черепных нервов (всего их 12 пар). Они иннервируют органы чувств, ткани головы, шеи, органы грудной и брюшной полостей.

Продолговатый мозг выполняет рефлекторную и проводниковую функции. Этот отдел мозга принимает участие в регуляции пищевых (слюноотделительного, жевательного, глотательного) и защитных (чихательного, кашлевого, рвотного) рефлексов. Повреждение продолговатого мозга несовместимо с жизнью, так как под его контролем находится работа сердца и дыхание. Берущий начало в продолговатом мозге *блуждающий нерв* имеет окончания практически во всех внутренних органах.

Задний мозг состоит из моста и мозжечка. Мост имеет форму широкого валика (см. рис. 13). Через него следуют многочисленные восходящие и нисходящие проводящие пути. Рефлекторные функции моста обеспечиваются ядрами залегающих здесь черепных нервов.

Мозжечок находится в затылочной части головного мозга позади моста (см. рис. 13). Он состоит из двух полушарий, соединенных между собой пучком нервных волокон — *червем*. Мозжечок отвечает за координацию движений, регуляцию мышечного тонуса и сохранение равновесия. Походка человека с поврежденным мозжечком из-за несогласованности движений напоминает походку пьяного.

В регуляции мышечного тонуса и координации движений участвует также **средний мозг** (см. рис. 13). Находящиеся в нем первичные подкорковые центры зрения и слуха отвечают за организацию ориентировочных рефлексов, которые проявляются в повороте головы и глаз в сторону внезапно подействовавшего раздражителя.

Промежуточный мозг включает в себя таламус, гипоталамус и другие структуры. Таламус собирает и передает в кору больших полушарий информацию от органов чувств (кроме органа обоняния). Он играет важную роль в регуляции уровня сознания и концентрации внимания.

Гипоталамус регулирует обмен веществ и обеспечивает поддержание постоянной температуры тела. С его обязательным участием протекают самые различные формы поведения, в том числе поведение, направленное на удовлетворение потребностей в воде и пище. В гипотала-

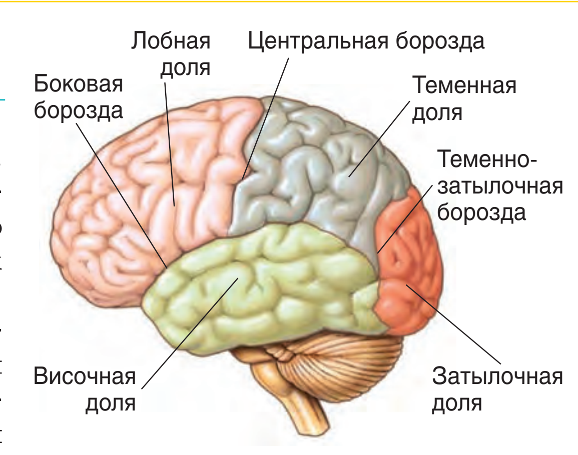


Рис. 14. Доли больших полушарий головного мозга

мусе находятся центры агрессии, удовольствия и страха. Их стимуляция приводит к появлению соответствующих эмоциональных состояний.

Большие полушария являются самым крупным отделом центральной нервной системы. Продольной щелью они разграничены на левую и правую половины, которые соединяет тяж нервных волокон — мозолистое тело (см. рис. 13).

Сверху большие полушария покрыты тонким слоем серого вещества — корой. Под ней находится белое вещество, состоящее из нервных волокон. Они связывают кору с расположенными ниже отделами центральной нервной системы и отдельные доли полушарий между собой. В белом веществе имеются скопления серого вещества, которые образуют подкорковые ядра.

Глубокие борозды (центральная, боковая и теменно-затылочная) делят каждое полушарие на *лобную, височную, теменную и затылочную доли* (рис. 14). Мелкие борозды подразделяют доли на выпуклые складки — извилины, существенно увеличивающие площадь поверхности коры.

На основании выполняемых функций в коре выделяют сенсорные, двигательные и ассоциативные зоны. *Сенсорные* зоны отвечают за обработку сигналов, поступающих от органов чувств, а *двигательные* контролируют сокращения скелетных мышц. И те и другие объединяют между собой *ассоциативные* зоны. Так, в затылочной области коры находится зрительная, в височной — обонятельная и слуховая сенсорные зоны (рис. 15). В теменной доле расположены

Рис. 15. Локализация функций в коре больших полушарий

сенсорные зоны вкусового, кожного и мышечного чувств. Управление движениями осуществляют лобные доли. Они отвечают за постановку цели поведения и формирование программы действий по ее достижению.

Локализация таких важнейших функций мозга, как внимание, память, мышление и речь, носит куда более сложный характер. Например, центры устной и письменной речи у подавляющего большинства людей находятся в левом полушарии. Здесь же осуществляются процессы анализа и синтеза информации, делаются обобщения и принимаются решения. Выражаясь научным языком, *левое* полушарие обеспечивает словесно-логическое мышление.

Правое полушарие воспринимает окружающий мир, оперируя образами его объектов, то есть осуществляет наглядно-образное мышление. Благодаря его деятельности мы можем мечтать и фантазировать. Выдающиеся художники и музыканты — это люди с доминирующим правым полушарием. Кроме того, правое полушарие позволяет нам определять свое местонахождение и ориентироваться в пространстве.

Было бы ошибкой утверждать, что та или иная психическая функция закреплена только за одним из полушарий. И в словесно-логическом, и в наглядно-образном мышлении участвуют оба полушария. При этом в разных ситуациях одно из них играет главную роль, а другое — второстепенную. То есть, несмотря на функциональную асимметрию, мозг работает как единое целое.

■ **Повторим главное.** Головной мозг состоит из больших полушарий, мозжечка и ствола мозга, который образуют продолговатый мозг, мост, средний и промежуточный мозг. ◆ Расположенные в стволе мозга ядра черепных нервов иннервируют органы чувств, ткани головы, шеи, органы грудной и брюшной полостей. ◆ Мозжечок участвует в координации движений, поддержании позы и равновесия тела. ◆ Средний мозг причастен к регуляции двигательной деятельности. Он также обеспечивает протекание ориентировочных рефлексов на свет и звук. ◆ Ключевая структура промежуточного мозга — гипоталамус — является высшим центром регуляции вегетативных функций. ◆ Левое и правое полушария связаны между собой мозолистым телом. ◆ Серое вещество больших полушарий образует кору, расположенную снаружи, и ядра, которые находятся внутри. ◆ Борозды делят кору на лобную, теменную, височную и затылочную доли, каждая из которых выполняет свои специфические функции.

Ключевые вопросы. **1.** Какие структуры входят в состав ствола мозга? Какие функции они выполняют? **2.** Каковы функции мозжечка? **3.** Как вы понимаете утверждение: «Кора больших полушарий — высший отдел центральной нервной системы»? **4.** За счет чего кора больших полушарий головного мозга имеет такую большую поверхность? Какое значение это имеет? **5.** Какие функции организма связаны с деятельностью больших полушарий мозга?

Сложные вопросы. **1.** Почему мозжечок называют «малым мозгом»? **2.** Какое кровоизлияние более опасно — в продолговатый или в промежуточный мозг? Почему? **3.** Почему овладение иностранным языком происходит легче и быстрее в раннем возрасте? **4.** Среди представителей каких профессий чаще встречаются левши? Почему?

Индивидуальные домашние исследования

Тест на определение право- или леворукости.

1. Не раздумывая, сложите кисти рук в замок. Сверху оказывается большой палец ведущей руки (правой — у правшей и левой — у левшей).

2. Скрестите руки на груди, приняв «позу Наполеона». Предплечье ведущей руки всегда оказывается сверху над предплечьем ведомой.

3. Поаплодируйте. Ведущая рука перемещается более активно, в то время как ведомая остается практически в одном и том же положении.

§ 9. Общий план строения и функции автономной нервной системы

- **Вспомните.** На какие части делится нервная система по функциональному принципу? Какие функции выполняет промежуточный мозг? Осуществляется ли волевой контроль над деятельностью автономной нервной системы?
- **Как вы думаете?** Какие физиологические функции могут оказаться нарушенными при травме спинного мозга в области поясничного отдела?
- **Вы узнаете,** как устроена и как функционирует автономная нервная система.

Автономная нервная система анатомически и функционально делится на **симпатический** и **парасимпатический** отделы. В каждом из них можно выделить центральную и периферическую части.

Центральная часть представлена телами нейронов, лежащими в головном и (или) спинном мозге. *Периферическую* часть образуют нервные волокна и узлы, лежащие за пределами центральной нервной системы.

Центральная часть симпатического отдела включает в себя нейроны боковых рогов грудных и верхних поясничных сегментов спинного мозга. Периферическую часть симпатического отдела образуют нервные клетки, лежащие в узлах симпатических стволов, расположенных по бокам позвоночника, и в нервных сплетениях (брюшных, грудных, тазовых). От этих нейронов берут начало нервные волокна, направляющиеся практически ко всем органам и тканям (рис. 16).

Нервные центры центральной части парасимпатического отдела находятся в среднем, продолговатом мозге, мосту, а также в крестцовых сегментах спинного мозга. Периферическая часть парасимпатического отдела представлена узлами, которые лежат вблизи или внутри иннервируемых им органов (см. рис. 16).

Несмотря на сходство в строении между симпатическим и парасимпатическим отделами автономной нервной системы, между ними есть и различия. Так, для симпатического отдела характерно наличие коротких нервных волокон, начинающихся от вегетативных центров спинного мозга, и длинных — берущих начало от узлов симпатических цепочек.

У парасимпатической нервной системы все наоборот: волокна, следующие от нервных центров головного и спинного мозга длинные, а идущие от вегетативных узлов — короткие. Кроме того, из заканчивающихся в рабочих органах симпатических и парасимпатических нервных волокон выделяются разные медиаторы. Из симпатических аксонов — норадреналин, а из парасимпатических — ацетилхолин.

Строение вегетативной рефлекторной дуги несколько отличается от строения соматической рефлекторной дуги. В исполнительной части соматической рефлекторной дуги действует только один нейрон. А в вегетативной рефлекторной дуге их два — центральный и периферический.

Внутренние органы и сердце обладают двойной вегетативной иннервацией. Это значит, что к каждому из них подходят и симпатические, и парасимпатические нервные волокна. Исключение составляют кровеносные сосуды, которые в подавляющем большинстве случаев имеют только симпатическую иннервацию.

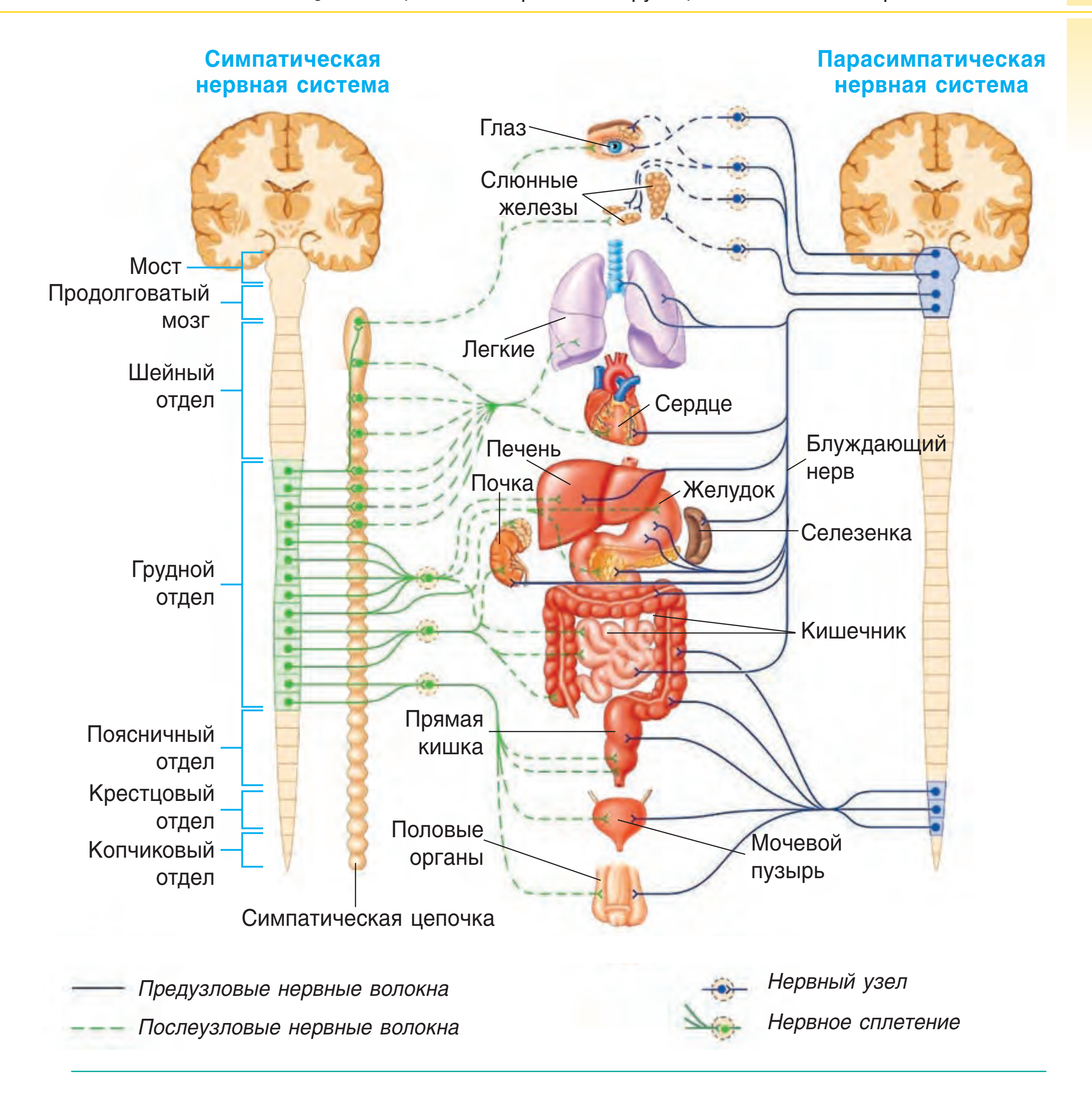


Рис. 16. Схема строения автономной нервной системы

Раздражение симпатических и парасимпатических нервов дает противоположные физиологические эффекты (табл. 1, с. 36). Несмотря на это, оба отдела автономной нервной системы не противостоят, а взаимодополняют друг друга. Симпатический отдел создает условия для интенсивной деятельности организма, что особенно важно

в экстремальных ситуациях, требующих напряжения сил. Парасимпатический отдел обеспечивает восстановление ресурсов, истраченных организмом.

Таблица 1. **Влияние симпатического и парасимпатического отделов автономной нервной системы на различные функции и процессы**

Органы и физиологические показатели	Симпатический отдел	Парасимпатический отдел
Радужная оболочка глаза	Расширяет зрачок	Сужает зрачок
Сердце	Учащает и усиливает сокращения	Замедляет и ослабляет сокращения
Кровеносные сосуды	Сужает кровеносные сосуды кожи и кишечника, расширяет сосуды мозга и скелетных мышц	Не влияет
Потовые железы	Активирует секрецию пота	Не влияет
Желудок и кишечник	Ослабляет сокращения гладких мышц, угнетает секрецию пищеварительных соков	Усиливает сокращения гладких мышц, стимулирует секрецию пищеварительных соков
Уровень глюкозы в крови	Повышает	Снижает

■ **Повторим главное.** Автономная нервная система регулирует работу внутренних органов. Она состоит из симпатического и парасимпатического отделов. ◆ Симпатический отдел мобилизует организм к интенсивной деятельности. ◆ Парасимпатический отдел обеспечивает снижение уровня активности нервной системы в целом и способствует восстановлению истраченных энергоресурсов.

Ключевые вопросы. 1. В чем состоят характерные особенности строения автономной нервной системы? **2.** Найдите отличия в строении рефлекторных дуг симпатического и парасимпатического отделов автономной нервной системы. **3.** Чем отличается исполнительная часть вегетативной рефлекторной дуги от соматической? **4.** Перечислите основные функции автономной нервной системы.

Сложные вопросы. 1. Составьте последовательность прохождения нервного импульса по дуге вегетативного рефлекса, используя следующие элементы: а) симпатический нейрон с коротким аксоном; б) аксон чувствительного нейрона; в) спинномозговой узел; г) дендрит чувствительного нейрона; д) симпатический нейрон с длинным аксоном; е) рабочий орган; ж) симпатическая цепочка. **2.** Как вы думаете, почему не все органы человеческого тела имеют двойную вегетативную иннервацию? **3.** Будет ли сказываться на сокращении скелетных мышц возбуждение симпатического отдела автономной нервной системы? Почему?

§ 10. Гигиена нервной системы

- **Вспомните.** Какие науки изучают организм человека? Какая медицинская наука имеет два объекта изучения: факторы среды и реакцию на них организма человека?
- **Как вы думаете?** Что оказывает более выраженное влияние на состояние здоровья человека: окружающая среда или образ жизни?
- **Вы узнаете** о причинах нарушения функций нервной системы.

Утомление. В основе деятельности нервной системы лежат процессы *возбуждения* и *торможения*, которые четко согласованы между собой. Каким бы сильным не было возбуждение, рано или поздно ему на смену приходит торможение. Оно предохраняет нервные клетки от перенапряжения и создает условия для восстановления их работоспособности. Пребывая в состоянии торможения, нейроны перестают реагировать на поступающие к ним нервные импульсы. Их активная деятельность прекращается и истраченные энергоресурсы возобновляются.

Процессы торможения тесно связаны с **утомлением**, под которым понимают временное снижение работоспособности. Утомление характеризуется возникновением чувства усталости, ухудшением внимания и снижением продуктивности труда.

Главная причина утомления — напряженная физическая или умственная нагрузка. Неполноценный сон и однообразная работа существенно ускоряют наступление утомления.

Утомление является естественным физиологическим процессом, не представляющим никакой угрозы здоровью. Опасность таит в себе

хроническое (длительное) утомление, приводящее к **переутомлению**. В подавляющем большинстве случаев развитие переутомления обусловлено несоответствием между тяжестью работы и продолжительностью отдыха. При переутомлении страдают память, внимание, появляются головные боли, бессонница, пропадает аппетит. Переутомление ослабляет регулирующую функцию нервной системы и может спровоцировать возникновение целого ряда заболеваний.

Для предупреждения переутомления у учащихся особенно важно соблюдать режим дня, исключить недосыпание, правильно организовать смену умственного труда и отдыха, увеличить пребывание на свежем воздухе.

Для нормальной жизнедеятельности нервной системы в любом возрасте необходимо, прежде всего, правильное чередование труда и отдыха. Интересная, увлекательная работа, вызывающая положительные эмоции, делает менее утомительным самый тяжелый труд. Неправильная организация труда и отдыха ухудшает функциональное состояние нервной системы и приводит к снижению умственной и физической работоспособности.

Влияние курения и алкоголя на нервную систему. Непоправимый вред нервной системе наносят курение, вдыхание токсических веществ, употребление наркотиков и алкоголя. Алкоголь угнетает все без исключения функции нервной системы. Попадая в мозг, продукты неполного окисления этилового спирта вызывают необратимые процессы, в том числе гибель нервных клеток — нейронов.

Из организма алкоголь (этиловый спирт) выводится не сразу, а лишь спустя несколько суток. Поэтому люди, ежедневно употребляющие даже слабоалкогольные напитки, находятся в состоянии хронического отравления.

Человек, попавший в алкогольную зависимость, испытывает непреодолимую тягу к спиртному, становится «рабом своих желаний». Это страшная зависимость, так как она приводит к полной психической, физической и социальной деградации.

Не менее вредное влияние на нервную систему оказывают курительные смеси и табак. Курительные смеси представляют собой ароматизированные травяные сборы, способные вызывать изменение сознания. Имеются научно подтвержденные доказательства связи употребления курительных смесей с психическими нарушениями. В настоящее время во многих странах мира оборот курительных смесей запрещен.

Большую опасность для здоровья человека, особенно молодого, несет табак, до сих пор разрешенный к продаже и легально распространяемый через торговые сети. Никотин вызывает сужение сосудов мозга, в связи с чем уменьшается приток крови к нервной ткани. Это вызывает головные боли, ухудшение памяти. Автор трагедии «Фауст», немецкий поэт Иоганн Вольфганг Гёте, говорил, что «курение несовместимо с творческой работой». Вследствие нарушения естественного течения нервных процессов курильщик становится раздражительным, вспыльчивым, а иногда и агрессивным. Срывы нервной деятельности в результате курения могут привести и к более тяжелым последствиям. Статистические данные убедительно доказывают, что с курением связан целый ряд нервных расстройств. Ежегодно от курения только в Беларуси умирают 15,5 тыс. человек. По данным Всемирной организации здравоохранения (ВОЗ), за последние 100 лет табакокурение явилось причиной преждевременной смерти 100 млн человек.

В последние годы широкое распространение получили электронные сигареты. Согласно заверениям производителей они абсолютно безвредны и даже помогают победить никотиновую зависимость. Вместе с тем, по результатам специально проведенных исследований, жидкость для электронных сигарет содержит химические соединения, провоцирующие образование раковых опухолей. А значит, «вейпинг» (от англ. *vapor* — пар) не является безопасной заменой табакокурения.

Алкоголь, никотин, психоактивные вещества пагубно воздействуют на нервную систему. В случае их употребления существенно возрастает риск преждевременной смерти. Стоят ли эти сомнительные удовольствия вашего здоровья, а подчас и жизни, решать вам.

■ **Повторим главное.** Гигиена нервной системы подразумевает оптимальный режим учебы (труда) и отдыха. ◆ Особенно важна регулярная смена различных видов деятельности. ◆ Восстановлению умственной работоспособности способствуют умеренные физические нагрузки, полноценное питание и крепкий сон. ◆ Серьезную угрозу для здоровья представляет переутомление. Оно чревато развитием невротических состояний и депрессии. ◆ Непоправимый вред нервной системе наносят наркотики и токсические вещества, алкоголь, табакокурение и «вейпинг».

Ключевые вопросы. 1. Какие меры необходимо предпринимать для предупреждения переутомления? **2.** Каким образом можно ускорить восстановление работоспособности? **3.** В чем именно состоит вредное действие на нервную систему алкоголя, табака, токсических веществ? **4.** Как вы понимаете высказывание Пифагора о том, что «пьянство — есть упражнение в безумии»? **5.** Можно ли стать алкоголиком, употребляя только пиво?

Сложные вопросы. 1. Что утомительнее при прочих равных условиях: монотонная работа или разнообразный труд? **2.** Что общего между курильщиком, алкоголиком и наркоманом?

ПОДВЕДЕМ ИТОГИ

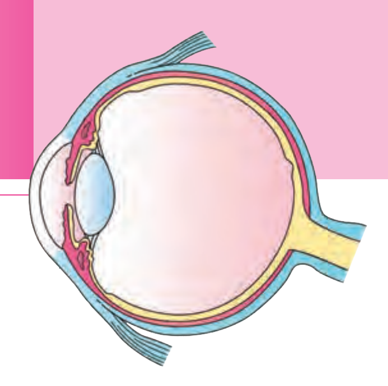
Нервная система регулирует и координирует деятельность всех систем организма. Ее основным структурно-функциональным элементом является нервная клетка — нейрон. Решение даже самых простых задач требует участия не одного, а целой группы нейронов. Типичным примером функционального объединения нейронов служит рефлекторная дуга. Она является основой всех реакций организма на изменения состояния его внутренней среды или внешние воздействия.

Нервная система состоит из значительного числа отделов, каждый из которых выполняет свои специфические функции. Кора больших полушарий и ближайшие к ней подкорковые образования играют решающую роль в регуляции поведенческих реакций человека. Нижележащие отделы центральной нервной системы осуществляют регуляцию деятельности различных органов и их систем, а также обеспечивают взаимодействие между ними.

Для нормального функционирования нервной системы нужно соблюдать режим дня, заниматься умственным и физическим трудом, правильно сочетать работу с отдыхом, а также отказаться от вредных привычек.

Глава 3

Сенсорные системы



Вы узнаете

- *что такое сенсорная система и из каких отделов она состоит;*
- *строение и функции зрительной и слуховой сенсорных систем;*
- *физиологические механизмы восприятия света и звука;*
- *правила гигиены органов зрения и слуха.*

Вы научитесь

- *объяснять взаимосвязь строения и функций органов сенсорных систем;*
- *оказывать первую помощь при травмах глаз;*
- *обнаруживать слепое пятно.*

Мы живем в удивительном мире, полном невероятных красок и завораживающих звуков. Нас окружает множество запахов и вкусов. Только представьте, какой стала бы наша жизнь, если бы мы лишились хотя бы одного из тех ощущений, которые ежесекундно испытываем.

Ощущения — неотъемлемая часть физиологии человека. Все живые организмы постоянно взаимодействуют со средой своего обитания и представителями других видов. Этой возможностью человек обязан **сенсорным** (от лат. *sensus* — чувство, ощущение, восприятие) **системам**. При их непосредственном участии формируются ощущения, благодаря которым в сознании отражаются события и явления повседневной жизни.

§ 11. Общие принципы организации сенсорных систем

- **Вспомните.** Каково значение органов чувств? Как называются зоны коры больших полушарий, получающие информацию от органов чувств?
- **Как вы думаете?** Какие органы чувств играют ведущую роль в процессе обучения? Как связаны между собой чувственное познание и познание путем рассуждений и умозаключений?
- **Вы узнаете** особенности организации сенсорных систем.

Сенсорные системы. Человек получает информацию посредством пяти основных чувств — зрения, слуха, обоняния, вкуса и осязания. Отвечающие за их возникновение органы чувств являются лишь начальными звеньями восприятия. Анализ и синтез возникающего в них возбуждения происходят в нервной системе. Совокупность специализированных нервных структур, обеспечивающих формирование ощущений, объединяют под общим названием **сенсорная система**, или **анализатор**.

Все сенсорные системы построены по единому принципу. Каждая из них состоит из трех отделов: периферического, проводникового и центрального.

Периферический отдел представлен рецепторами, которые входят в состав органа чувства. По расположению в организме рецепторы делятся на внутренние и внешние. Внутренние рецепторы сигнализируют о процессах, происходящих во внутренних органах, а также в мышцах, сухожилиях и связках. Внешние рецепторы воспринимают раздражения из окружающей среды. Это рецепторы кожи, глаз, слуховые, обонятельные и вкусовые рецепторы.

Благодаря разнообразию рецепторов человек способен воспринимать самые разные раздражители, в том числе механические, химические, температурные, световые и др. Как правило, внешние рецепторы реагируют только на свой раздражитель. Для зрительной сенсорной системы таким раздражителем является свет, для слуховой — звук, а для вкусовой и обонятельной — химические вещества.

Рецепторы обладают очень высокой чувствительностью к своим раздражителям. Так, для возникновения ощущения света рецепторам сетчатки глаза достаточно всего лишь нескольких его квантов.

Проводниковый отдел сенсорной системы состоит из чувствительных нервных волокон. По ним нервные импульсы следуют от рецепторов в строго определенные структуры головного мозга. Чувствительные волокна ряда сенсорных систем образуют нервы специальной чувствительности — зрительный, слуховой, вестибулярный, обонятельный.

И наконец, *центральный* отдел анализатора отвечает за обработку сигналов, полученных от рецепторов. Центральный отдел включает подкорковые ядра и сенсорные зоны коры больших полушарий, которая осуществляет детальный анализ поступившего возбуждения. Именно в коре больших полушарий и формируются ощущения (зрительные, слуховые, вкусовые и др.).

Нарушение функций любого из трех отделов приводит к утрате способности воспринимать сенсорные стимулы. Человек может утратить зрение не только из-за травмы глаза. Это может произойти из-за нарушения функции зрительного нерва или из-за черепно-мозговой травмы.

Все без исключения сенсорные системы играют важную роль во взаимодействии человека с внешним миром. Рассмотрим характерные особенности некоторых из них.

Вестибулярная сенсорная система обеспечивает пространственную ориентацию человека. Она представлена органом равновесия, вестибулярным нервом и сенсорными вестибулярными зонами. Последние локализованы главным образом в теменных долях коры больших полушарий.

Ощущение положения тела в пространстве особенно важно для летчиков, аквалангистов, акробатов и др. При повреждении органа равновесия человек не может уверенно стоять и ходить.

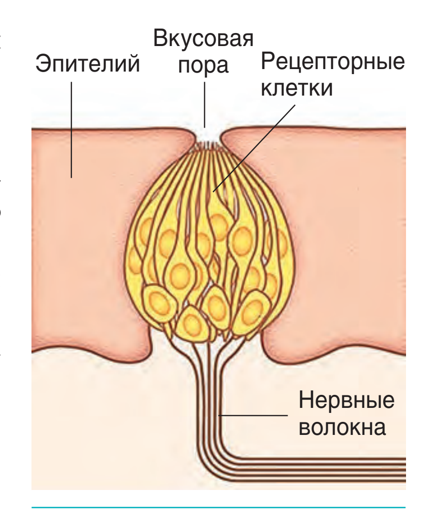


Рис. 17. Вкусовая почка

Вкусовая сенсорная система осуществляет анализ химических раздражителей, действующих на рецепторы языка. С ее помощью определяется пригодность продуктов питания к употреблению в пищу.

Язык покрыт слизистой оболочкой, складки которой содержат *вкусовые почки* (рис. 17). Внутри каждой почки расположены рецепторные клетки с микроворсинками. По отходящим от них нервным волокнам импульсы достигают задней центральной извилины коры больших полушарий. В этой области мозга и формируются вкусовые ощущения.

В настоящее время различают четыре основных вкусовых ощущения: горькое, сладкое, кислое и соленое. За восприятие каждого из них отвечает специфический рецептор. Несмотря на то что различные вкусовые рецепторы занимают всю поверхность языка, плотность их распределения имеет свои особенности. Так, кончик языка наиболее чувствителен к сладкому, края к соленому и кислому, а корень — к горькому вкусу.

Обонятельная сенсорная система осуществляет восприятие и анализ присутствующих в воздухе пахучих веществ. Эпителий носовой полости содержит около 6 млн обонятельных рецепторов. Они представляют собой нейроны с двумя отростками — дендритом и аксоном (рис. 18, с. 44). Дендрит оканчивается небольшим сферическим расширением, из которого выходят тонкие длинные реснички. На их поверхности располагаются особые рецепторные белки. Как правило, на всех ресничках обонятельной клетки присутствуют одинаковые рецепторные белки. Обонятельные нейроны, содержащие рецепторные белки одного типа, воспринимают одни и те же запахи.

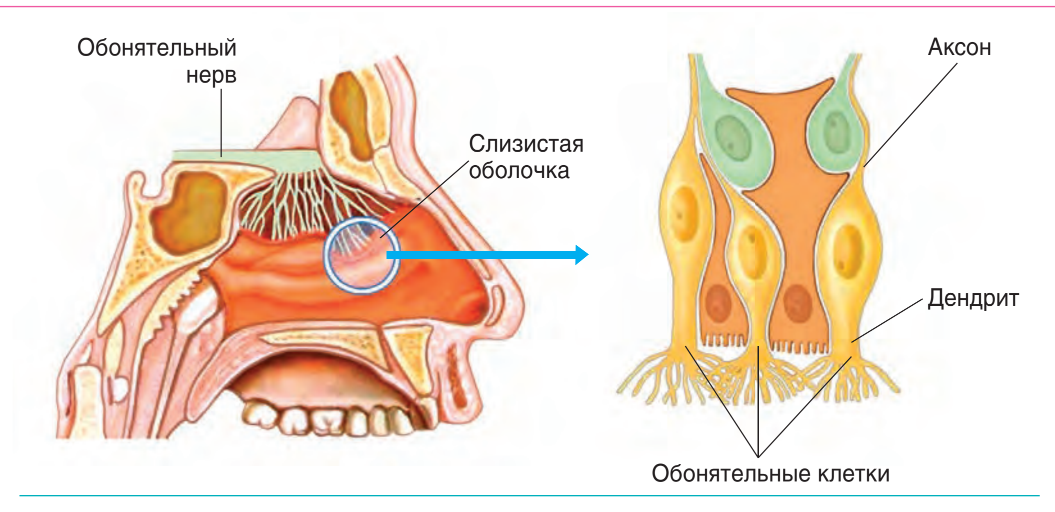


Рис. 18. Орган обоняния (справа — обонятельные рецепторы)

Аксоны обонятельных нейронов образуют обонятельный нерв, который направляется в полость черепа. По нему возбуждение проводится к нервным центрам мозга, отвечающим за распознавание запахов.

Исключительно важную роль в познании внешнего мира играет ***осязание***. Благодаря осязанию мы воспринимаем раздражения, возникающие в результате прикосновения или давления предметов на нашу кожу. Осязательные, или тактильные, рецепторы представлены дендритами чувствительных нейронов. Они также реагируют на температурные и болевые воздействия. Больше всего тактильных рецепторов на языке, губах и ладонной поверхности пальцев рук.

Все сенсорные системы тесно взаимосвязаны. Взаимодействие различных ощущений обеспечивается *ассоциативными зонами* коры больших полушарий. Особенно важна роль зон перекрытия теменной, височной и затылочной коры. При их поражении процессы восприятия утрачивают свою целостность и значимость.

■ **Повторим главное.** Сенсорные системы обеспечивают восприятие раздражений из внешнего мира и внутренней среды организма. ◆ Сенсорная система состоит из периферического (рецепторы), проводникового (чувствительные нервные волокна) и центрального (сенсорные зоны коры больших полушарий) отделов. ◆ Нарушение функций любого отдела грозит утратой ощущений. ◆ Выделяют зрительную, слуховую, вестибулярную, вкусовую, обонятельную и другие сенсорные системы.

Ключевые вопросы. 1. Из каких отделов состоит сенсорная система? Какие функции выполняют эти отделы? **2.** Деятельность какой сенсорной системы лежит в основе развития речи? **3.** Как устроены вестибулярная, вкусовая и обонятельная сенсорные системы? **4.** Какие функции выполняют органы осязания? **5.** Функции каких отделов коры больших полушарий имеют решающее значение в формировании целостной картины внешнего мира?

Сложные вопросы. 1. Почему при сильном насморке пища кажется безвкусной? **2.** В связи с чем запахи кажутся особенно насыщенными и терпкими в теплую и влажную погоду? **3.** Почему массаж ушибленного места ослабляет боль? **4.** Почему рецепторы, входящие в состав сложно организованных сенсорных систем, обладают высокой чувствительностью только к определенным раздражителям? **5.** Приведите примеры взаимодействия различных сенсорных систем.

§ 12. Зрительная сенсорная система

- **Вспомните.** Какие органы чувств получили наибольшее развитие у представителей класса Млекопитающие? С чем это связано?
- **Как вы думаете?** Насколько верно выражение: «Глаз смотрит, а мозг видит»?
- **Вы узнаете** о светопреломляющем, аккомодационном и рецепторном аппаратах глаза.

Зрение играет первостепенную роль в жизни каждого человека. С его помощью мы получаем до 90 % всей информации. Зрение позволяет нам быстро ориентироваться в окружающем пространстве и успешно осваивать его. Благодаря зрению мы избегаем действия факторов среды, угрожающих жизни. Кинофильмы и изобразительное искусство сохраняют для нас свое значение лишь до тех пор, пока мы можем видеть.

Строение органа зрения. Глаз состоит из глазного яблока и зрительного нерва. К его вспомогательным органам относятся брови, веки, ресницы, слезные железы, слезные протоки и глазодвигательные мышцы. **Брови** предотвращают попадание в глаза пота. **Веки** с **ресницами** защищают глаза от снега, дождя, пыли, яркого света. Находясь в постоянном движении, веки помогают смачивать глаза слезной жидкостью, которая образуется в **слезных железах.** Слезная жидкость не только увлажняет и согревает, но и дезинфицирует глаза. В ней содержится *лизоцим* — вещество, обладающее бактерицидными свойствами. Излишки слезной жидкости вместе с различными загрязнениями стекают через **слезный проток** в носовую полость. Вокруг глаза расположены три пары мышц, обеспечивающих его движение. Они являются самыми быстрыми мышцами в организме человека. С их помощью за 0,01 секунды глаз совершает огромное количество микродвижений.

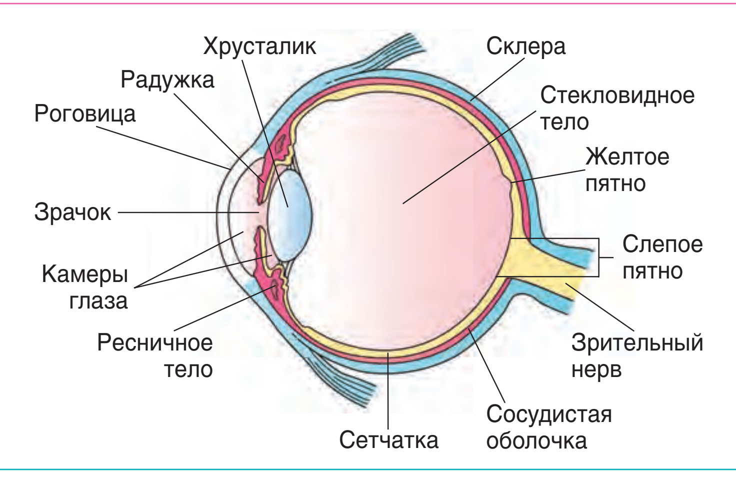


Рис. 19. Строение глазного яблока

Глазное яблоко образовано наружной, средней и внутренней оболочками, которые окружают внутреннее ядро глаза. Внутреннее ядро состоит из хрусталика, глазных камер и стекловидного тела (рис. 19).

Наружная (*фиброзная*) оболочка придает глазу шаровидную форму и выполняет защитную функцию. В ней различают непрозрачную заднебоковую оболочку — **склеру** и переднюю прозрачную часть — **роговицу**. В роговице происходит наиболее сильное преломление световых лучей.

Средняя, или *сосудистая*, оболочка обеспечивает питание глаза. Она состоит из ресничного тела, радужки и собственно сосудистой оболочки с большим количеством кровеносных сосудов.

Радужка содержит пигмент, который определяет ее окраску и соответственно цвет глаз. Радужка имеет форму диска с круглым отверстием посередине — **зрачком**. Зрачок выступает в роли диафрагмы глаза. При ярком освещении он рефлекторно сужается и уменьшает количество проходящего через него света. При недостаточном освещении зрачок расширяется и в глаз проникает больше света.

За зрачком располагается **хрусталик** — прозрачное, эластичное образование, имеющее форму двояковыпуклой линзы.

Между роговицей и радужкой, а также между радужкой и хрусталиком находятся камеры глаза. Они заполнены водянистой влагой, обеспечивающей роговицу и хрусталик питательными веществами.

Примерно $\frac{2}{3}$ объема глазного яблока занимает **стекловидное тело**. Оно размещено между хрусталиком и сетчаткой и придает глазу правильную форму.

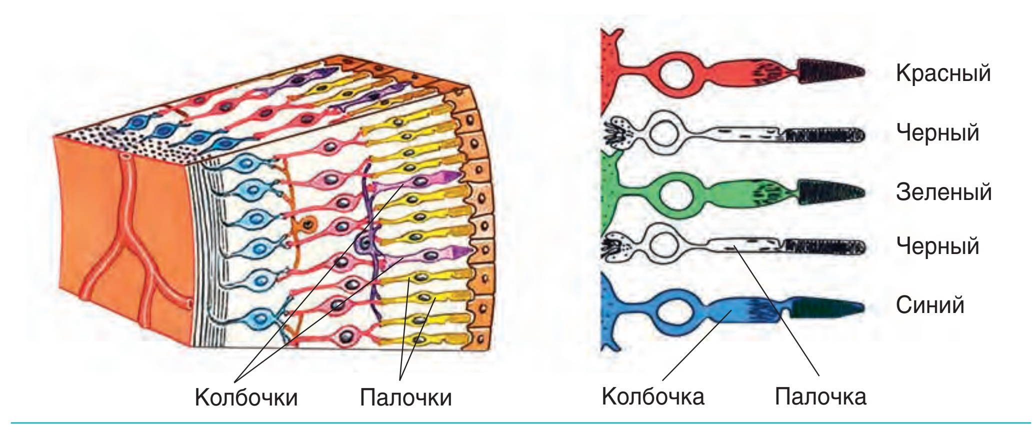


Рис. 20. Фоторецепторы

Внутренняя оболочка глазного яблока — **сетчатка** содержит фоторецепторы — колбочки и палочки (рис. 20). В сетчатке около 125 млн палочек и 6 млн колбочек.

Подавляющее большинство колбочек сосредоточено в центральной части сетчатки. Их максимальная концентрация приходится на область **желтого пятна**, которое является местом наилучшего видения. Недалеко от него находится **слепое пятно** — участок, полностью лишенный фоторецепторов. Слепое пятно не чувствительно к свету. Через него проходят нервные волокна, которые образуют зрительный нерв.

Аккомодация глаза. Главными преломляющими средами глаза являются роговица и хрусталик. В результате прохождения через них световых лучей на сетчатке фокусируется уменьшенное и перевернутое изображение (рис. 21).

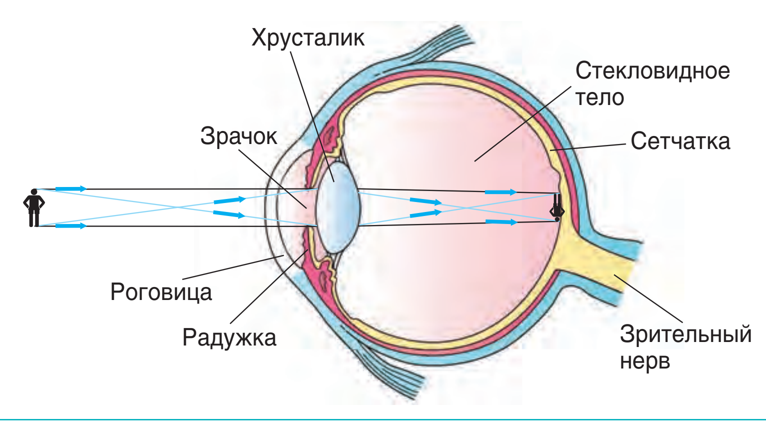


Рис. 21. Формирование изображения на сетчатке

Ясность восприятия объектов, расположенных на разном расстоянии от глаз, достигается благодаря **аккомодации** (от лат. *accommodatio* — приспособление). В ее основе лежит способность хрусталика изменять свою кривизну. При рассматривании близко расположенных предметов он становится более выпуклым. Когда взгляд устремляется вдаль, хрусталик уплощается, и его преломляющая сила уменьшается. Кривизна хрусталика регулируется специальной гладкой мышцей, которая образует бо́льшую часть ресничного тела (см. рис. 19).

Механизм свето- и цветовосприятия. Попадающий на сетчатку свет запускает процесс распада зрительных пигментов, содержащихся в фоторецепторах. Палочки возбуждаются даже слабым сумеречным светом, но не воспринимают цвет. Они отвечают за формирование *сумеречного* зрения, то есть зрения в условиях слабой освещенности. Восприятие цвета обеспечивают колбочки. Они возбуждаются более ярким по сравнению с палочками светом и осуществляют *дневное* зрение.

От фоторецепторов по зрительному нерву возбуждение направляется в затылочную область коры больших полушарий. В расположенных здесь зрительных зонах и возникают соответствующие ощущения.

▶ **Это интересно.** Способность различать цвета объясняется трехкомпонентной теорией Г. Гельмгольца. Согласно этой теории в сетчатке глаза человека имеется три вида колбочек. Каждый вид содержит свой цветочувствительный пигмент. Один пигмент чувствителен к красному цвету, другой — к зеленому, третий — к синему. При смешении этих трех цветов в различных комбинациях можно получить все остальные цвета, в том числе и белый.

Для человека характерно *бинокулярное* зрение — способность видеть сразу двумя глазами. Интересно, что при взгляде на какой-либо предмет у нас не возникает ощущения двух предметов, хотя количество изображений при этом соответствует двум. Объясняется это тем, что при рассматривании объектов двумя глазами их изображения попадают на идентичные участки сетчаток. В том, что это действительно так, можно убедиться, слегка надавив сбоку на один глаз. Надавливание нарушает соответствие сетчаток, и изображение начинает двоиться.

Бинокулярное зрение создает объемность изображения. Благодаря этому мы можем более точно определять расстояние до интересующих нас объектов. Для оценки расстояния имеет значение и то, что образ объекта на сетчатке будет тем меньше, чем он дальше. Согласованная работа обоих глаз позволяет получить более точное представление о воспринимаемом объекте.

Повторим главное. Главными элементами оптической системы глаза являются роговица и хрусталик. ◆ Благодаря оптической системе на сетчатке возникает уменьшенное перевернутое изображение объекта. ◆ Четкость изображения настраивается ресничной мышцей, контролирующей форму хрусталика. ◆ Привычный нам зрительный образ возникает благодаря обработке информации в затылочных долях коры, которые «переворачивают» изображение еще раз. ◆ Колбочки обеспечивают дневное зрение, а палочки — сумеречное.

Ключевые вопросы. 1. Каковы функции вспомогательного аппарата глаза? **2.** Какие функции выполняют оболочки глаза? Из каких частей они состоят? **3.** Какое строение имеет ядро глаза? **4.** Куда поступает возбуждение от зрительных рецепторов? Как возникают зрительные ощущения?

Сложные вопросы. 1. Объясните, почему зрачок кажется черным. **2.** У наших предков существовал обычай собирать и хранить женские слезы. Их смешивали с розовой водой и использовали для лечения ран. На чем были основаны целебные свойства этого рецепта? **3.** Объясните выражение: «Ночью все кошки серы».

Индивидуальные домашние исследования

Обнаружение слепого пятна. Чтобы обнаружить у себя слепое пятно, закройте левый глаз ладонью и правым глазом посмотрите на крестик (рис. внизу) с расстояния 25—30 см. Не отводя взгляда с крестика, приближайте рисунок к лицу и одновременно следите за кружком (не переводя на него взгляд). Если все сделать правильно, кружок полностью исчезнет из вашего поля зрения.



§ 13. Гигиена зрения и его нарушения

- **Вспомните.** Какие нарушения зрения чаще всего встречаются у людей?
- **Как вы думаете?** Почему не рекомендуется читать лежа и в движущемся транспорте?
- **Вы узнаете** о причинах нарушения зрения и способах их коррекции; о гигиенических правилах, предупреждающих нарушения зрения; о приемах оказания первой помощи при травмах глаз.

Нарушения зрения. Ухудшение зрения может быть обусловлено самыми разными причинами. Это и занесенная в глаза инфекция, и недостаток витаминов, и несоблюдение гигиенических норм, и травма глаз. Наиболее распространенными нарушениями зрения являются близорукость, дальнозоркость, астигматизм, катаракта и дальтонизм.

При **близорукости** световые лучи фокусируются не на сетчатке, а перед ней. В результате при рассматривании удаленных предметов на сетчатке возникает размытое изображение. Чаще всего это объясняется несоответствием между силой оптической системы глаза и длиной глазного яблока. Чем больше оно вытянуто в длину, тем выше степень близорукости.

При **дальнозоркости** человек ясно видит только удаленные предметы. Причинами этого нарушения зрения могут быть врожденное укорочение глазного яблока и возрастные изменения хрусталика. С возрастом уменьшается способность хрусталика изменять свою кривизну и слабеет ресничная мышца. В результате глаз теряет способность к нормальному преломлению лучей, которые фокусируются за сетчаткой.

Близорукость и дальнозоркость корректируются при помощи очков или контактных линз. При близорукости используют очки с двояковогнутыми, а при дальнозоркости — с двояковыпуклыми линзами (рис. 22). Существенно уменьшить или полностью устранить потребность в «костылях» для глаз помогает рефракционная хирургия.

Астигматизм обусловлен неоднородностью кривизны роговицы или хрусталика. В результате нарушается преломление света, и видение предметов становится нечетким. Дефект корректируется очками с цилиндрическими линзами, имеющими различную кривизну по горизонтали и вертикали, или специальными контактными линзами.

Катаракта — это расстройство зрения, связанное с помутнением хрусталика. Зрение восстанавливают путем хирургической замены утратившего прозрачность хрусталика на искусственный.

Сниженная или полная неспособность различать цвета впервые была описана физиком Джоном Дальтоном. В его честь этот дефект зрения и получил название. Чаще всего **дальтонизм** обусловлен врожденным дефектом колбочек, при котором не воспринимается один или несколько цветов. Как правило, встречается выпадение красного и(или) зеленого цвета. Люди с нарушенным цветовосприятием ограничены в выборе профессии. Особенно тщательно исследуется зрение водителей (красный и зеленый — основные цвета светофора), так как от них зависит жизнь других людей.

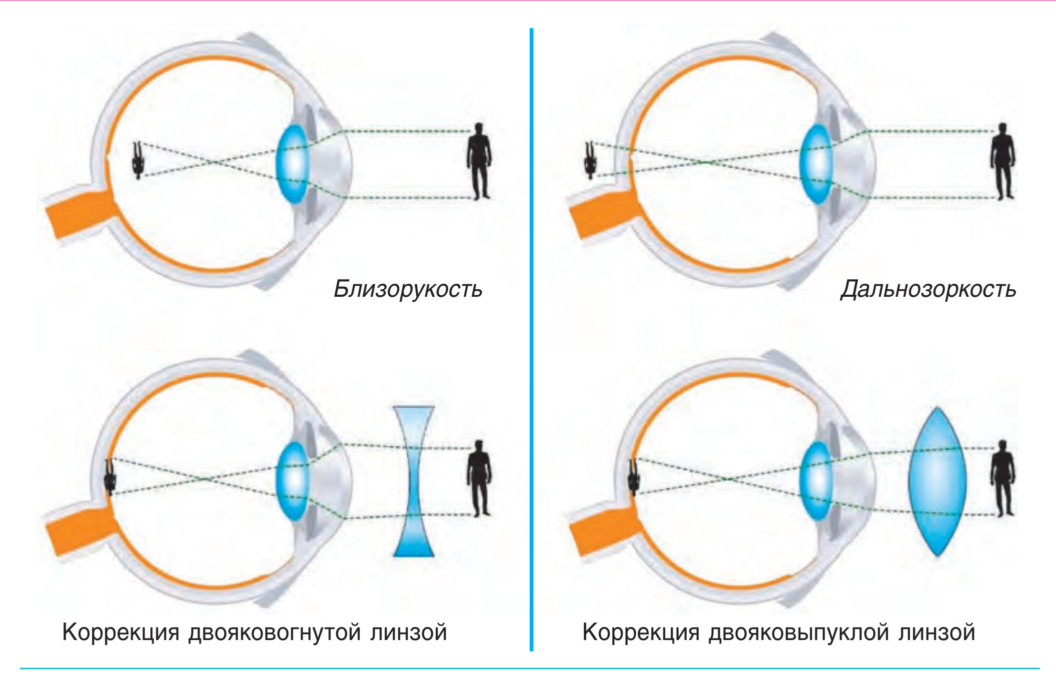


Рис. 22. Коррекция зрения

Гигиена зрения. В целом ряде случаев развитие близорукости можно предупредить. Для этого достаточно соблюдать несколько простых правил. Прежде всего, необходимо обратить внимание на освещенность рабочего места. Читать и писать можно только при хорошем освещении. Источники света следует разместить слева для правшей и справа — для левшей. Расстояние между глазами и текстом должно быть не менее 30—35 см.

Не рекомендуется читать лежа, на ходу или в движущемся транспорте. Постоянное изменение кривизны хрусталика вызывает перенапряжение ресничной мышцы и приводит к нарушениям зрения.

Просмотр телепередач и работу за компьютером в вечернее время необходимо осуществлять при включенном в помещении освещении. Дистанция до монитора должна соответствовать длине вытянутой руки.

Каждые 40—45 мин делайте перерыв в работе. Если глаза устают раньше, то перерыв следует делать каждые 30 мин. Во время перерыва выполните несколько упражнений.

1. Поморгайте в течение минуты.
2. Подойдите к окну, выберите удаленный объект и смотрите на него около минуты. Затем переведите взгляд на кончик носа, досчитайте медленно до 10, снова переведите взгляд вдаль, закройте глаза.

3. Посмотрите на потолок, медленно, по прямой линии, переведите взгляд вниз (на пол). Повторите 3—4 раза.
4. Легкими похлопывающими движениями кончиков пальцев помассируйте брови, височную и подглазничную область. На минуту закройте ладонями глаза.

Берегите глаза от воздействия ультрафиолета. В солнечную погоду, особенно на морском побережье, в горах, носите солнцезащитные очки. Не смотрите незащищенными глазами на яркое солнце. Это может вызвать ожог сетчатки и привести к полной потере зрения.

▶ **Это интересно.** Для хорошего зрения большое значение имеет витамин A. При его нехватке глаза не могут приспособиться к слабому освещению и острота зрения существенно снижается. Не менее важны витамины группы B. Они необходимы для нормальной деятельности нейронов, входящих в состав сетчатки и зрительных центров головного мозга. Особое место занимает витамин C. Он уменьшает внутриглазное давление и защищает хрусталик от действия веществ, обладающих окислительными свойствами.

Первая помощь при повреждении глаз. При попадании соринки глаз следует промыть прохладной кипяченой водой. Соринку обычно удаляют уголком чистого носового платка или салфетки.

Сильный удар по глазному яблоку может привести к его *контузии* (ушибу). В этом случае первая помощь ограничивается наложением стерильной повязки. На область лба или виска прикладывают пузырь со льдом. В случае попадания в глаз крупного инородного тела необходимо наложить чистую повязку и доставить пострадавшего в медицинское учреждение.

При попадании в глаза щелочи или кислоты необходимо как можно быстрее промыть их чистой проточной водой. Как правило, при химических ожогах глаз требуется лечение в условиях больницы.

■ **Повторим главное.** Расстройства зрения чаще всего обусловлены нарушениями структуры и функций различных элементов глазного яблока. ◆ Многие из нарушений (близорукость, дальнозоркость) успешно корректируются специально подобранными очками или линзами. ◆ Правила гигиены зрения предусматривают правильное освещение рабочего места, отказ от чтения в положении лежа и в транспорте. ◆ При ушибах и тяжелых ранениях глаз необходимо наложить чистую повязку и обратиться в медучреждение.

Ключевые вопросы. 1. В чем заключаются причины близорукости и дальнозоркости? Как корректируют зрение при этих заболеваниях? **2.** Как уберечь глаза от заболеваний? **3.** Как следует удалять соринку из глаза? **4.** Что делать при ранениях глаз? **5.** Почему многие головные уборы имеют козырек? **6.** Какие действия следует предпринять при попадании в глаза щелочи или кислоты?

Сложные вопросы. 1. Чтобы лучше видеть, близорукий человек щурится или сдвигает кожу у наружного угла глаза в сторону уха. Что при этом происходит? **2.** Известны случаи развития преходящей слепоты у любителей горнолыжных курортов, зимней рыбалки и посетителей соляриев. Как вы думаете, что лежит в ее основе? **3.** В большинстве случаев пираты, носившие на глазу черную повязку, не были инвалидами и надевали ее перед нападением на преследуемое судно. Почему?

Индивидуальные домашние исследования

Проверка остроты зрения. Распечатайте кеглем № 22 буквы Ш, В, К, О, З, М, П, Н, Б, И, Е, А. При хорошем освещении вы должны увидеть их с расстояния 5 м. Если это не удается — следует посетить врача-офтальмолога. Обсудите результаты этого исследования на ближайшем уроке биологии.

§ 14. Слуховая сенсорная система

- **Вспомните.** В чем заключаются особенности строения наружного и среднего уха у млекопитающих?
- **Как вы думаете?** Почему противопоказано прослушивание через наушники громкой музыки?
- **Вы узнаете** о строении органа слуха, механизме звуковосприятия и некоторых закономерностях нормального функционирования слуховой сенсорной системы.

Окружающий мир наполнен самыми разнообразными звуками — шелестом листьев, шумом ветра, пением птиц, созданной человеком музыкой. Слух не только позволяет реагировать на те или иные звуковые раздражители, но и обеспечивает общение между людьми. На слух опирается процесс обучения речи. А значит, ухо наделяет нас не только способностью слышать, но и говорить.

С научной точки зрения звуки представляют собой упругие волны механических колебаний частиц среды. Как любая волна, звук характеризуется частотой и амплитудой. От частоты звука, то есть от числа колебаний в секунду, зависит его высота. С увеличением частоты колебаний высота звука растет. Здоровый человек способен слышать звуковые колебания

в диапазоне частот от 16—20 Гц до 20 кГц. Амплитуда определяет громкость звука: чем она больше, тем он громче.

Строение органа слуха. Восприятие звуковых колебаний обеспечивается органом слуха, в котором выделяют наружное, среднее и внутреннее ухо (рис. 23).

Наружное ухо состоит из ушной раковины и наружного слухового прохода. *Ушная раковина* улавливает звуковые колебания, а *наружный слуховой проход* их проводит. Наружный слуховой проход содержит видоизмененные потовые железы, вырабатывающие ушную серу.

Наружное и среднее ухо отделены друг от друга барабанной перепонкой. Она имеет форму конуса с вершиной, направленной в полость среднего уха. Звуковые волны ударяются о барабанную перепонку и вызывают ее колебания.

Среднее ухо представлено *барабанной полостью*, в которой расположены слуховые косточки: молоточек, наковальня и стремечко. Рукоятка молоточка вплетена в барабанную перепонку, а стремечко соединяется с мембраной *овального окна* внутреннего уха. Слуховые косточки усиливают давление звуковых волн и передают их во внутреннее ухо.

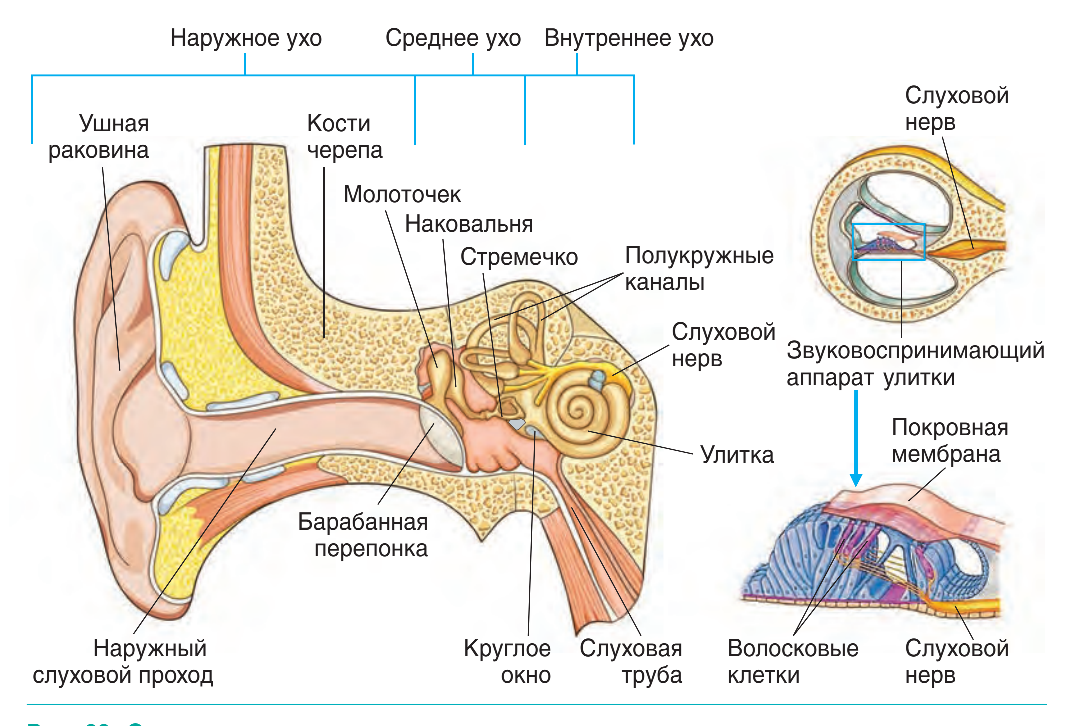


Рис. 23. Орган слуха

Слуховая труба связывает барабанную полость с носоглоткой. Во время глотания она открывается, и давление в барабанной полости выравнивается с атмосферным. В результате создаются благопритные условия для вибрации барабанной перепонки, и мы слышим лучше.

Внутреннее ухо расположено в глубине височной кости черепа. Из-за внешнего сходства с улиткой его часто так и называют. Улитка образована костным спирально изогнутым каналом, делающим 2,5 завитка. Двумя мембранами канал делится на три хода, каждый из которых заполнен жидкостью. Внутренний ход полностью обособлен от крайних, которые соединяются друг с другом у вершины улитки. Образуемый ими единый ход начинается *овальным окном* и заканчивается *круглым окном*. Оба окна затянуты тонкими мембранами. Так как жидкость практически несжимаема, отсутствие этих окон исключило бы возможность передачи звуковых колебаний.

На одной из мембран, отделяющих внутренний ход от боковых, расположен *звуковоспринимающий аппарат улитки* (см. рис. 22). В его состав входят рецепторные клетки, реагирующие на механическое раздражение. Каждая из них снабжена примерно сотней тончайших волосков, изменение положения которых вызывает возбуждение. Над рецепторами, почти касаясь их волосков, нависает подвижная мембрана, один край которой не закреплен. Как только звуковые колебания смещают столб жидкости, заполняющей улитку, начинает колебаться мембрана, на которой расположены рецепторы. При этом их волоски касаются покровной мембраны и деформируются. В результате в рецепторах возникает возбуждение. По волокнам слухового нерва оно передается в височную долю коры больших полушарий, где формируются слуховые ощущения.

Для человека характерен бинауральный слух (от лат. *bini* — два, *auris* — ухо) — улавливание звука двумя ушами. Звуковые колебания, идущие сбоку, попадают в ближайшее к источнику звука ухо чуть раньше, чем в другое. Именно эта разница и дает возможность с высокой точностью определять местоположение источника звука.

Гигиена слуха. Наиболее частая причина ослабления слуха — образование серной пробки в наружном слуховом проходе. Сера выполняет ряд важных функций. Она служит для очистки и смазки слухового канала, защищает барабанную перепонку от пыли и бактерий. В результате несоблюдения гигиенических правил сера скапливается и закупоривает наружный слуховой проход. Чтобы этого не случилось, следует регулярно очищать ушную раковину и начало слухового прохода. Ни в коем случае нельзя извлекать серу острыми предметами — спичкой, булавкой,

карандашом или шпилькой. При этом можно повредить барабанную перепонку и потерять слух. Не рекомендуется чистить наружный слуховой проход и ватными палочками. Их использование существенно увеличивает риск образования серной пробки.

При инфекционных заболеваниях (ангина, корь, скарлатина) микроорганизмы из носоглотки вместе с носовой слизью попадают через слуховую трубу в среднее ухо. Это может привести к его воспалению — **отиту**. Заболевание характеризуется появлением резкой боли в ухе и требует специального лечения.

Прослушивание громкой музыки отрицательно сказывается на здоровье человека: повышается артериальное давление, возникают головные боли, ухудшается сон. Регулярный звуковой шум опасен потерей эластичности барабанной перепонки и, как следствие, снижением остроты слуха. Для ослабления воздействия сильных звуков применяют звуконепроницаемые наушники и беруши (от слов *берегите уши*). Чаще остальных ими пользуются рабочие в шумных цехах и музыканты на концертах.

■ **Повторим главное.** Периферический отдел слуховой сенсорной системы состоит из наружного, среднего и внутреннего уха. ◆ Наружное ухо выполняет звукоулавливающую функцию. ◆ Среднее ухо обеспечивает усиление звукового сигнала и его передачу в улитку. ◆ В момент деформации покровной мембраной волосков рецепторных клеток улитки в них возникает возбуждение. По волокнам слухового нерва импульсы поступают в височную область коры больших полушарий. Здесь формируются слуховые ощущения и распознаются звуковые сигналы. ◆ Ослабление слуха может быть вызвано действием самых разнообразных факторов. Наиболее типичный случай — накопление в наружном слуховом проходе ушной серы.

?

Ключевые вопросы. 1. Из каких отделов состоит слуховая сенсорная система? **2.** Каковы особенности строения и функции периферического отдела слуховой сенсорной системы? **3.** Каков механизм восприятия звуковых колебаний? **4.** Какие факторы оказывают вредное влияние на слух? Как можно предотвратить их нежелательные воздействия?

Сложные вопросы. 1. Почему при взлете и посадке самолета у пассажиров возникает ощущение заложенности ушей? **2.** Почему удалять слизь при насморке рекомендуют из каждой ноздри поочередно, а не одновременно из обеих? **3.** Глухие от рождения люди рискуют остаться немыми. Дайте этому объяснение. **4.** Почему использование ватных палочек существенно увеличивает риск образования серной пробки? **5.** Как определяет положение источника звука человек, глухой на одно ухо?



Индивидуальные домашние исследования

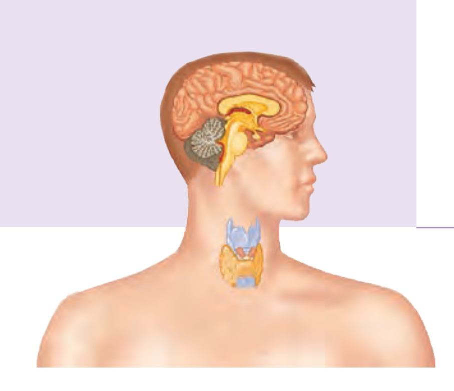
Определение остроты слуха. Приложите механические наручные часы к уху и отводите их в сторону до тех пор, пока не перестанете слышать звук хода секундной стрелки. С помощью линейки определите расстояние от уха до часов. Приближайте часы к себе до тех пор, пока не услышите их ход. Снова измерьте расстояние от уха до часов. Найдите среднее арифметическое двух измерений. Нормальным считается слух, при котором звук часов слышен на расстоянии 10—15 см.

ПОДВЕДЕМ ИТОГИ

Сенсорные системы, или анализаторы, обеспечивают восприятие и переработку сигналов внешнего мира и внутренней среды организма. Все они имеют принципиально сходное строение.

В составе сенсорной системы выделяют три отдела: периферический, проводниковый и центральный. Периферический отдел представлен рецепторами, которые преобразуют раздражение в нервные импульсы. Проводниковый отдел передает импульсы по чувствительным нервным путям в кору больших полушарий. И наконец, центральный отдел обеспечивает формирование зрительных, слуховых, обонятельных, вкусовых и других ощущений в головном мозге.

Благодаря слаженной работе сенсорных систем происходит непрерывный синтез различных ощущений и в сознании формируется целостная картина мира. Информация, получаемая с помощью сенсорных систем, обеспечивает психическую деятельность и поведение человека.



Глава 4
Эндокринная система

Вы узнаете

- *строение и функции эндокринных желез;*
- *свойства и физиологические эффекты гормонов;*
- *принципы работы эндокринной системы.*

Вы научитесь

- *обосновывать меры профилактики некоторых эндокринных нарушений (диабета).*

Эндокринная система выполняет регуляторную функцию посредством гормонов, выделяемых непосредственно в кровь, лимфу или тканевую жидкость. Гормоны образуются в организме в очень малых количествах, но, несмотря на это, оказывают существенное влияние на все стороны жизнедеятельности.

Продукция гормонов в здоровом организме строго регламентирована. Однако в некоторых случаях может возникать *гипер-* или *гипофункция* эндокринной железы. Гиперфункция обусловлена избыточной выработкой гормонов, а гипофункция — их недостаточным образованием.

§ 15. Строение и функции щитовидной железы и надпочечников

- **Вспомните.** Какая эндокринная железа у жителей Беларуси больше всего пострадала после аварии на Чернобыльской АЭС?
- **Как вы думаете?** Почему особенно резкий подъем заболеваемости этой железы произошел среди детей и подростков?
- **Вы узнаете,** какую роль в процессах жизнедеятельности играет эндокринная система.

Щитовидная железа имеет форму бабочки и находится на передней поверхности шеи ниже щитовидного хряща. Она состоит из двух долей, соединенных между собой перешейком (рис. 24). Ткань щитовидной

железы представлена большим количеством мелких пузырьков — фолликулов. **Фолликулы** образованы клетками железистого эпителия и окружены густой сетью кровеносных капилляров. В них синтезируются йодсодержащие гормоны *трийодтиронин* и *тироксин*.

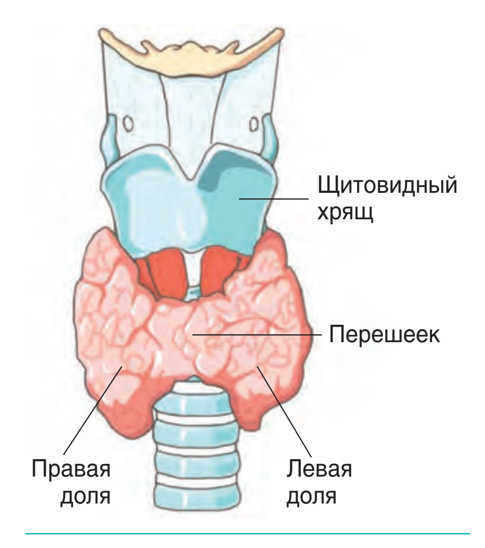


Рис. 24. Щитовидная железа

Йод поступает в организм главным образом с пищей и водой. Однако в некоторых странах, в том числе и в Беларуси, в природной среде йода недостаточно. Хронический йододефицит приводит к развитию **эндемического зоба**. При этом заболевании ткани щитовидной железы разрастаются, и в области шеи появляется утолщение — зоб.

Для профилактики нарушений щитовидной железы йод добавляют в поваренную соль. Также рекомендуется употреблять в пищу продукты, богатые йодом, например морские водоросли, рыбу, креветки, салат, гречку, шпинат, яйца, картофель и морковь.

Гормоны щитовидной железы влияют на все стороны обмена веществ. Под их контролем находится физическое и умственное развитие.

Заболевания щитовидной железы связаны, как правило, с избытком либо недостатком продуцируемых ею гормонов. Повышенное образование гормонов щитовидной железы сопровождается развитием **базедовой болезни**. Наиболее часто она встречается у женщин. Ее характерными внешними признаками являются зоб и пучеглазие (рис. 25). У больных повышается температура тела и учащается сердечный ритм. Они суетливы, многословны и раздражительны. Несмотря на возросший аппетит, существенно теряют массу тела.

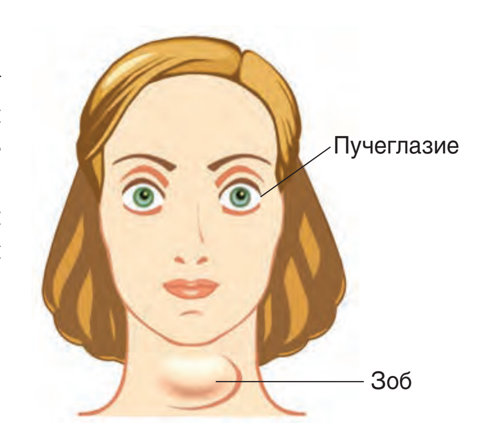


Рис. 25. Признаки базедовой болезни

Дефицит гормонов щитовидной железы не менее опасен, чем их избыток. В детском возрасте он вызывает развитие **кретинизма**, который проявляется

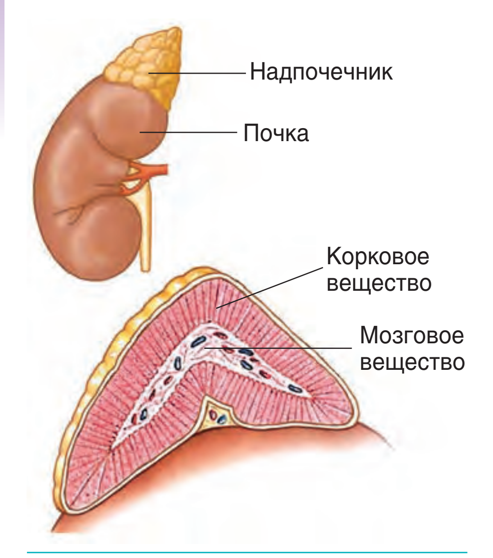


Рис. 26. Надпочечники (расположение и строение)

в задержке роста, умственного и полового развития. А у взрослого человека развивается **микседема** — заболевание, сопровождающееся отечностью лица и конечностей, ломкостью и выпадением волос, сухостью и бледностью кожи.

Надпочечники — парные железы, расположенные на верхних полюсах почек (рис. 26). В надпочечниках различают наружный слой — корковое вещество и внутренний слой — мозговое вещество.

Корковое вещество представлено клетками, вырабатывающими гормоны альдостерон, кортизол, а также мужские и женские половые гормоны.

Альдостерон участвует в регуляции водно-солевого обмена. Снижение его секреции приводит к обезвоживанию организма. *Кортизол* является одним из регуляторов углеводного обмена. Он стимулирует образование глюкозы и повышает ее уровень в крови.

▶ **Это интересно.** Частые ссоры не только портят психологический климат в семье, но и пагубно сказываются на здоровье скандалистов. Конфликт запускает в организме стресс-реакцию, которая сопровождается повышенным выбросом в кровь гормона стресса — кортизола. В больших дозах кортизол подавляет иммунитет, а также обостряет чувство голода. Тем самым он сигнализирует о необходимости создания энергетического резерва для борьбы с хроническим стрессом.

Недостаточная продукция гормонов коры надпочечников является причиной **бронзовой болезни**. Ее характерными признаками являются мышечная слабость, повышенная утомляемость, потеря аппетита и массы тела, нарушение чувствительности конечностей. Наиболее яркий симптом заболевания — бронзовая окраска кожи.

Половые гормоны коры надпочечников способствуют развитию вторичных половых признаков. Наибольшее значение эти гормоны имеют в детском возрасте, когда внутрисекреторная функция половых желез еще незначительна. Важно знать, что и у мужчин и у женщин, помимо гормонов своего пола, в незначительном количестве вырабатываются половые гормоны противоположного пола.

▶ **Это интересно.** В случае избыточного образования гормонов противоположного пола появляются вторичные половые признаки, присущие этому полу. У мужчин замедляется рост бороды и усов, по женскому типу начинает откладываться жир, повышается тембр голоса. У женщин увеличивается мышечная масса, грубеет голос, начинают расти усы и борода.

Мозговой слой надпочечников вырабатывает гормоны *адреналин* и *норадреналин*. Эти гормоны учащают дыхание, сердечный ритм, сужают просвет кровеносных сосудов кожи, кишечника и расширяют сосуды в работающих мышцах. Они также принимают участие в регуляции углеводного и белкового обменов. В результате их действия увеличивается распад гликогена в печени и повышается содержание глюкозы в крови.

Адреналин и норадреналин часто называют гормонами страха и гнева. Они играют важную роль в поведенческой реакции «бей или беги». Возникающее при этом физиологическое состояние характеризуется мобилизацией всех энергетических ресурсов организма.

■ **Повторим главное.** Щитовидная железа состоит из двух долей и перешейка. Ее ткань образована большим количеством пузырьков-фолликулов. ◆ Гормоны щитовидной железы — тироксин и трийодтиронин — ускоряют обмен веществ и контролируют физическое и умственное развитие. ◆ Надпочечники расположены на верхних полюсах почек. ◆ Гормоны коркового слоя надпочечников регулируют водно-солевой обмен, оказывают влияние на процессы обмена веществ и способствуют развитию вторичных половых признаков. ◆ Гормоны мозгового слоя надпочечников — адреналин и норадреналин — ускоряют работу сердца, повышают кровяное давление, регулируют обмен углеводов и белков.

? **Ключевые вопросы. 1.** Что такое гормоны? **2.** К каким последствиям приводит гипофункция щитовидной железы в детском возрасте? **3.** В чем заключается профилактика эндемического зоба? **4.** Какие эндокринные функции выполняют надпочечники? **5.** Какие изменения в организме могут возникнуть при нарушении функций надпочечников? **6.** Какое влияние оказывают на различные системы организма гормоны мозгового слоя надпочечников?

Сложные вопросы. 1. Почему на Древнем Востоке эндокринные железы именовались «железами судьбы»? **2.** Во время Второй мировой войны после бомбежек британских городов у многих англичан развилось заболевание щитовидной железы, которое врачи окрестили «зобом бомбоубежищ». Как вы понимаете это выражение? **3.** У спортсменов во время соревнований существенно усиливается функция коры надпочечников. Чем это можно объяснить?

Индивидуальные домашние исследования

Выявление нарушений функции щитовидной железы.

1. Перед зеркалом внимательно рассмотрите свой язык. Вытяните вперед руки и раздвиньте пальцы. Мелкая дрожь пальцев и языка — один из признаков избытка гормонов щитовидной железы.

2. Встаньте двумя ногами на сиденье табурета или стула, не держась за его спинку. При недостатке гормонов щитовидной железы это сделать обычно не удается из-за слабости мышц ног.

3. Чтобы узнать, достаточно ли йода у вас в организме, нарисуйте на внутренней поверхности предплечья йодную сеточку и заметьте через сколько часов она исчезнет. В норме рисунок должен оставаться на коже более 2 ч, если пропадает раньше — йода не хватает.

§ 16. Железы смешанной секреции

- **Вспомните.** Что понимают под термином «железы смешанной секреции»? Какие именно железы относятся к железам смешанной секреции?
- **Как вы думаете?** Нужен ли организму человека сахар? Почему, несмотря на все усилия, человечество проигрывает битву с сахарным диабетом?
- **Вы узнаете** о функциях желез смешанной секреции.

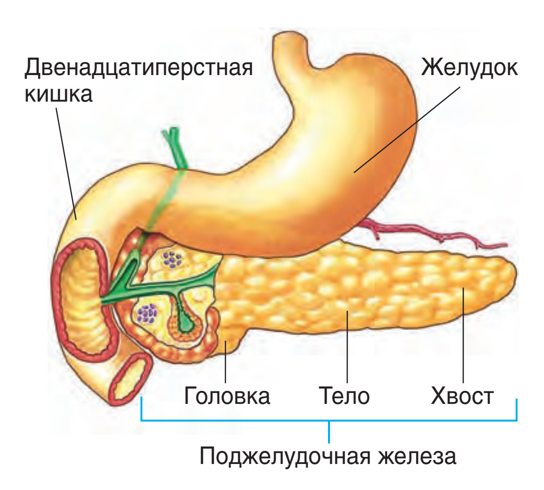


Рис. 27. Поджелудочная железа (расположение и строение)

Поджелудочная железа расположена позади желудка. Это крупная железа, в строении которой выделяют три отдела: головку, тело и хвост (рис. 27).

Внешнесекреторная функция поджелудочной железы заключается в выработке *пищеварительного сока*. Через специальный проток он поступает в двенадцатиперстную кишку и используется в процессе пищеварения.

Внутрисекреторную функцию выполняют эндокринные клетки хвостового отдела поджелудочной железы. Они образуют скопле-

ния — островки, которые вырабатывают и выделяют в кровь гормоны инсулин и глюкагон.

Инсулин (от лат. *insula* — островок) регулирует углеводный обмен. Он повышает проницаемость клеточных мембран для глюкозы, способствуя тем самым ее переходу в клетки печени и мышцы. В результате количество глюкозы в крови уменьшается. В клетках печени и мышцах глюкоза превращается в гликоген, который выполняет роль важнейшего энергетического резерва организма.

Глюкагон является антагонистом инсулина. Он стимулирует распад гликогена в клетках печени и увеличивает содержание глюкозы в крови при ее недостатке.

Инсулин, глюкагон, адреналин и некоторые другие гормоны способствуют поддержанию концентрации глюкозы в крови на постоянном уровне.

Наиболее распространенным нарушением углеводного обмена является **сахарный диабет**. При этом заболевании становится невозможным усвоение глюкозы клетками, и она накапливается в крови.

Сахарный диабет возникает из-за недостатка образования инсулина (сахарный диабет 1-го типа) или из-за снижения чувствительности тканей к нему (сахарный диабет 2-го типа). Наиболее типичными признаками сахарного диабета являются постоянная неутолимая жажда, усиленное выделение мочи, голод и потеря массы тела.

Развитие сахарного диабета 1-го типа обусловлено разрушением клеток поджелудочной железы, синтезирующих инсулин. Обычно заболевание проявляется в детском или юношеском возрасте. Его основными причинами являются наследственная предрасположенность, инфекционные заболевания, хронический стресс, воздействие некоторых ядов. Больные сахарным диабетом 1-го типа должны ежедневно получать инъекции инсулина.

Сахарный диабет 2-го типа обусловлен снижением чувствительности клеток организма к инсулину. Этот тип диабета характерен для лиц старше 40 лет и успел стать одним из самых распространенных заболеваний нашего времени. Значимым фактором риска развития сахарного диабета 2-го типа является ожирение и малоподвижный образ жизни. Поэтому в подавляющем большинстве случаев лечение этой формы диабета начинают с назначения сбалансированной по белкам, жирам и углеводам диеты и умеренных физических нагрузок, чтобы добиться снижения массы тела.

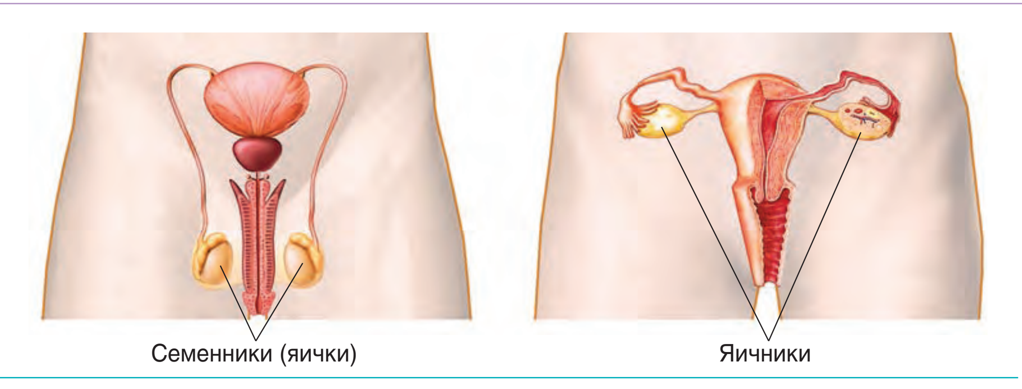


Рис. 28. Половые железы

Половые железы представлены **семенниками** (*яичками*) у мужчин и **яичниками** у женщин (рис. 28).

Внешнесекреторная функция половых желез связана с образованием сперматозоидов и яйцеклеток, а внутрисекреторная — с секрецией половых гормонов. Мужские половые гормоны получили название *андрогены*, а женские — *эстрогены*.

Половые гормоны обеспечивают развитие первичных и вторичных половых признаков. Так, основной мужской половой гормон — *тестостеро́н* — играет важную роль в образовании сперматозоидов, а также влияет на развитие костной и мышечной ткани. В связи с этим, несмотря на запрет, его аналоги нередко используют спортсмены для набора мышечной массы.

Женские гормоны задают женский тип телосложения (широкие бедра и узкие плечи), развитие молочных желез и внутренних женских половых органов. Наиболее активный женский половой гормон — *эстрадиол*. От его содержания зависит не только репродуктивное, но и общее здоровье женщины.

■ **Повторим главное.** Поджелудочная и половые железы относятся к железам смешанной секреции. ◆ В поджелудочной железе эндокринные функции выполняют скопления особых железистых клеток. ◆ Выделяемые железой гормоны инсулин и глюкагон регулируют содержание глюкозы в крови. ◆ В половых железах образуются мужские (андрогены) и женские (эстрогены) половые гормоны. ◆ Они обеспечивают развитие первичных и вторичных половых признаков. ◆ Половые гормоны играют важную роль в образовании половых клеток. ◆ У всех мужчин и женщин в небольших количествах вырабатываются гормоны, характерные для противоположного пола.

Ключевые вопросы. 1. Охарактеризуйте строение и функциональные особенности поджелудочной железы. **2.** В чем заключаются различия в развитии и протекании заболевания сахарным диабетом 1-го и 2-го типа? **3.** Какие эндокринные функции выполняют половые железы?

Сложные вопросы. 1. При случайном введении больному сахарным диабетом повышенной дозы инсулина может возникнуть инсулиновый шок: появляются слабость, озноб, головная боль, усиливается потоотделение. В наиболее тяжелых случаях возникает предобморочное состояние. Предложите простой и эффективный способ оказания первой помощи в такой ситуации. **2.** Какую роль в процессах жизнедеятельности мужского и женского организмов играют половые гормоны противоположного пола? **3.** К каким последствиям у мужчин и женщин может привести длительное применение современных препаратов тестостерона?

§ 17. Гипофиз

- **Вспомните.** Какой отдел головного мозга, помимо прочих, выполняет еще и эндокринную функцию? Какая именно обратная связь (отрицательная или положительная) лежит в основе принципа регуляции функциональной активности желез внутренней секреции?
- **Как вы думаете?** Как скажется на функциях железы внутренней секреции искусственное введение в организм ее гормонов?
- **Вы узнаете** о роли гипофиза в регуляции функций организма человека.

Гипофиз является центральным органом эндокринной системы. Он имеет овальную форму и расположен на нижней поверхности головного мозга под гипоталамусом. В гипофизе особенно значимыми являются две доли: передняя и задняя (рис. 29).

Гормоны **передней доли** гипофиза стимулируют секреторную активность щитовидной железы, коры надпочечников и половых желез. Вырабатываемый в передней доле *соматотропин* (гормон роста) принимает участие в регуляции процессов роста и физического развития. Избыток соматотропина в детском возрасте ведет к г и г а н т и з м у — усиленному росту тела в длину. Выработка чрезмерного количества соматотропного гормона возможна и у взрослого человека. В таком случае возникает **акромега́лия** (от

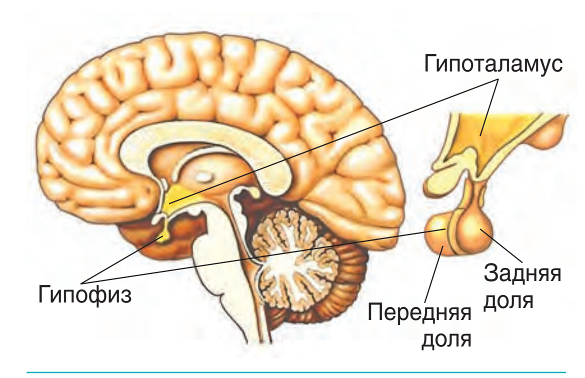


Рис. 29. Гипофиз

греч. ἄκρος — конечность и μέγας — большой). Это заболевание сопровождается увеличением размеров кистей, стоп и черепа. Страдающие от акромегалии пациенты жалуются на головные боли, повышенную утомляемость, ослабление умственных способностей, расстройство зрения.

▶ **Это интересно.** Книга рекордов Гиннесса утверждает, что рост самого высокого в мире человека составлял 2,72 м, а самого низкого — 55 см. Однако есть мнение, что самым высоким человеком на Земле являлся уроженец Витебского уезда Федор Андреевич Махнов (1878 — 1912). Его рост предположительно был 285 см! К сожалению, официальных подтверждений действительно гигантского роста этого человека не сохранилось.

Встречается не только гипер-, но и гипофункция передней доли гипофиза. Первые признаки дефицита соматотропина обычно проявляются в возрасте 2—3 лет и характеризуются отставанием ребенка в росте от своих сверстников. Пропорции тела и умственное развитие при этом сохраняются на уровне нормы. Единственный способ выздоровления — прием искусственного гормона роста. В противном случае больной, даже повзрослев, рискует остаться очень невысоким человеком.

Задняя доля гипофиза не является железой в классическом понимании этого слова. Она образована аксонами нейронов, тела которых залегают в гипоталамусе. Таким образом, гормоны задней доли — вазопрессин и окситоцин — образуются в гипоталамусе. В задней доле гипофиза они только накапливаются, после чего выделяются в кровь.

Вазопрессин регулирует образование мочи. При его избытке за сутки выделяется всего 200—300 мл мочи, а при недостатке — от 6 до 15 л. Связанное с дефицитом вазопрессина заболевание носит название **несахарный диабет**. При этом, как и при сахарном диабете, у больных существенно увеличивается суточный объем мочи. Но в ней отсутствует глюкоза, характерная для сахарного диабета.

Окситоцин играет важную роль в родовой деятельности. Он стимулирует сокращения гладкой мускулатуры матки. Кроме того, под его контролем находится процесс выделения грудного молока.

Функции гипофиза тесно связаны с промежуточным мозгом. Вырабатываемые гипоталамусом нейрогормоны с током крови попадают в переднюю долю гипофиза, где изменяют активность его эндокринных клеток.

Гипоталамус и гипофиз совместно контролируют значительное количество жизненно важных функций: обмен веществ, терморегуляцию, эмоциональные реакции и др. Гипоталамо-гипофизарная система — яркий пример тесного сотрудничества нервной и эндокринной систем.

■ **Повторим главное.** Гипофиз регулирует деятельность значительного числа периферических эндокринных желез. ◆ В его передней доле вырабатываются гормоны, определяющие рост и развитие человека. ◆ Задняя доля выделяет в кровь гормоны, регулирующие мочеобразование и родовую деятельность.

? **Ключевые вопросы. 1.** Охарактеризуйте строение гипофиза и его связь с другими эндокринными железами. **2.** Какую роль в организме играют гормоны передней доли гипофиза? **3.** Какие физиологические функции выполняют гормоны задней доли гипофиза вазопрессин и окситоцин? **4.** К какой именно системе — нервной или эндокринной — относится задняя доля гипофиза?

Сложные вопросы. 1. Почему гипоталамус иногда называют эндокринным мозгом? **2.** В 1935 г. в Бразилии был предложен метод гипофизарных инъекций: введение в спинные мышцы рыб экстракта, полученного из высушенных гипофизов рыб данного вида или семейства. С какой целью это делали? Почему при инъекциях использовали гипофиз рыб аналогичного вида? Можно ли употреблять такую рыбу в пищу?



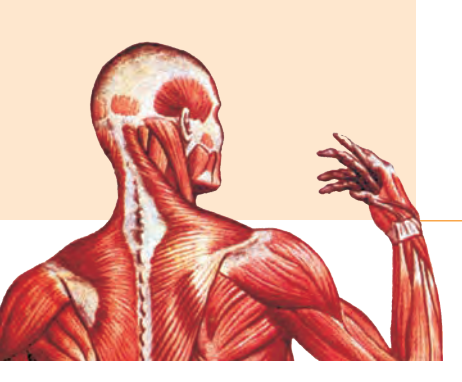
ПОДВЕДЕМ ИТОГИ

Железы внутренней секреции не имеют выводных протоков и выделяют свои продукты — гормоны — непосредственно в кровь.

Гормоны обладают высокой биологической активностью и специфичностью действия. Так, гормоны щитовидной железы влияют на обмен веществ, а также на функции нервной и сердечно-сосудистой систем. Гормоны коркового слоя надпочечников регулируют процессы обмена веществ и повышают устойчивость организма к неблагоприятным воздействиям среды. Адреналин, синтезируемый мозговым веществом надпочечников, сужает просвет кровеносных сосудов, повышает артериальное давление, усиливает частоту и силу сердечных сокращений.

Эндокринные клетки поджелудочной железы продуцируют гормоны инсулин и глюкагон. Инсулин снижает содержание глюкозы в крови, а глюкагон — повышает. Благодаря разнонаправленным эффектам в крови поддерживается относительно постоянный уровень глюкозы.

Активность периферических эндокринных желез регулируют гормоны передней доли гипофиза. В свою очередь гипофиз подчиняется гипоталамусу, который является высшим центром регуляции эндокринных функций.



Глава 5
Опорно-двигательный аппарат

Вы узнаете

- *строение костей и типы их соединений;*
- *кости головы, туловища, верхних и нижних конечностей;*
- *строение и функции мышц;*
- *о значении двигательной активности для сохранения здоровья;*
- *причины и последствия нарушений функций опорно-двигательного аппарата;*
- *признаки растяжений, вывихов и переломов костей.*

Вы научитесь

- *оказывать первую помощь при растяжениях, вывихах и переломах костей;*
- *применять полученные знания для профилактики нарушений опорно-двигательного аппарата.*

Одно из важнейших свойств большинства живых организмов — способность к движению. Движение — это не только естественная потребность организма, но и основа его жизнедеятельности. Под влиянием двигательной активности меняются обмен веществ и энергии, функции сердечно-сосудистой системы и органов дыхания. Давно известно, что многие болезни поддаются излечению при помощи самых обычных движений. В то же время недостаток двигательной активности приводит порой к тяжелым заболеваниям.

В основе любого движения лежат функции **опорно-двигательного аппарата**, который объединяет костную (скелет) и мышечную системы.

§ 18. Строение, функции и соединения костей

- **Вспомните.** Какое строение имеет костная ткань и какие функции она выполняет?
- **Как вы думаете?** Благодаря каким особенностям бедренная кость человека может выдержать нагрузку массой 1,5 т? Зачем бедренной кости такая прочность?
- **Вы узнаете** о составе, строении, форме костей и их соединениях.

Костная система представлена 205—207 костями, подавляющее большинство которых объединено в скелет. **Скелет** придает телу форму и выполняет функции опоры, движения и защиты. Некоторые кости скелета являются местом образования новых клеток крови. В костях откладываются кальций и фосфор.

Скелет человека похож на скелет млекопитающих, однако имеет ряд характерных особенностей, обусловленных прямохождением и трудовой деятельностью.

Химический состав костей. Кости имеют сложный химический состав. Их основную массу (около 50 %) составляет вода. Органические вещества (28 %), главным образом жиры и белок *оссеин*, придают упругость. А неорганические вещества (прежде всего *соли кальция*), на которые приходится 22 % массы кости, обеспечивают прочность.

Строение костной ткани. Как вы уже знаете, зрелая костная ткань состоит из клеток — **остеоцитов** и **межклеточного вещества**, собранного в тонковолокнистые костные пластинки.

В составе кости различают компактное и губчатое вещество. Под микроскопом хорошо видно, что *компактное* вещество образуют костные пластинки, имеющие вид вставленных друг в друга полых цилиндров (рис. 30). Они располагаются вокруг центральных каналов, внутри которых проходят кровеносные сосуды и нервы. Между костными пластинками в специальных полостях лежат остеоциты.

В *губчатом* веществе костные пластинки перекрещиваются и образуют множество ячеек (см. рис. 30). Направление пластинок совпадает

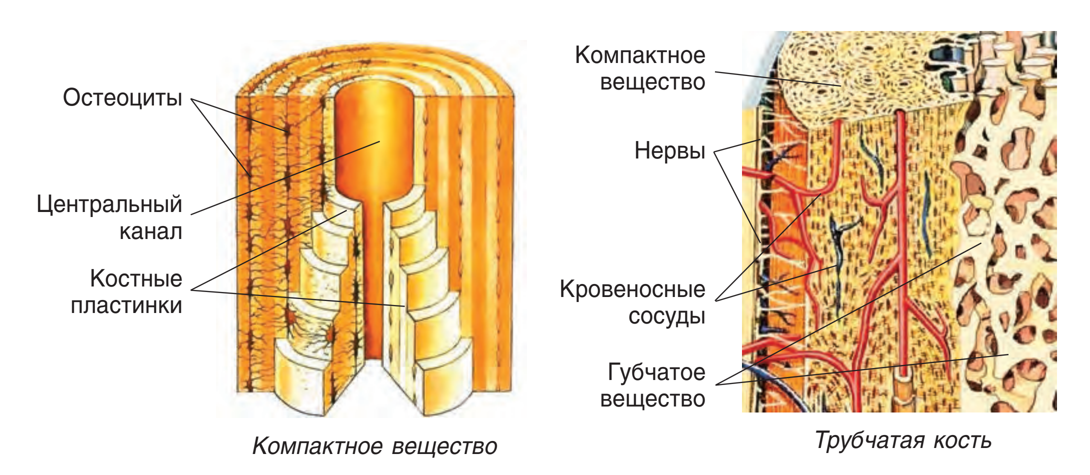


Рис. 30. Внутреннее строение кости



Рис. 31. Формы костей

с линиями основных напряжений, благодаря чему образуются сводчатые конструкции. Такая особенность организации позволяет костям выдерживать очень большие нагрузки.

Форма костей в скелете человека очень разнообразна. Различают трубчатые, губчатые, плоские и смешанные кости (рис. 31).

Трубчатые кости входят в состав скелета конечностей. Это кости плеча, предплечья, бедра и голени. Они являются прочными рычагами, обеспечивающими передвижение организма или перемещение его частей.

Трубчатая кость состоит из тела (*диафиза*) и двух утолщенных концов (*эпифизов*) (рис. 32). Снаружи диафиз покрыт *надкостницей*, которая принимает участие в питании кости, обеспечивает ее рост в толщину и восстановление после повреждения.

Под надкостницей в диафизе располагается компактное вещество. Внутри диафиза находится полость, заполненная желтым костным мозгом, состоящим из жировых клеток.

Эпифизы образованы губчатым веществом, между перекладинами которого располагается красный костный мозг. Это важнейший орган кроветворения.



Рис. 32. Основные структурные элементы трубчатой кости

▼ **Научный факт.** Красный, или кроветворный, костный мозг находится в основном внутри тазовых костей и ребер. У взрослого человека его масса составляет в среднем 1,3—1,5 кг. За 70 лет жизни в нем образуется около 650 кг эритроцитов и 1 т лейкоцитов.

Между диафизом и эпифизом находится *эпифизарный хрящ*, за счет которого трубчатые кости растут в длину. К 18—20 годам эпифизарный хрящ заменяется костными клетками и рост кости в длину прекращается.

▶ **Это интересно.** За последние 100 лет рост человека значительно увеличился. В начале XIX в. средний рост мужчин был 155—160 см. В 1980 г. он составлял уже 173,9 см у мужчин и 160,9 см у женщин. К 1990 г. мужчины подросли до 174,1 см, а женщины — до 161,4 см. В XXI в. человечество продолжает расти.

Губчатые кости находятся там, где необходимы прочность и подвижность. Они бывают короткими (кости кисти) и длинными (грудина, ребра). Эти кости состоят преимущественно из губчатого вещества, покрытого тонким слоем компактного вещества.

Плоские, или **широкие**, кости (кости таза, лопатка, кости мозгового отдела черепа) образуют полости тела. Они выполняют функцию защиты и используются для прикрепления мышц.

Смешанные кости (позвонки, височная кость, ключица) состоят из нескольких частей, имеющих различное строение и форму. Их функции аналогичны функциям плоских костей.

Соединения костей скелета. Различают соединения костей трех видов: неподвижное, полуподвижное и подвижное (рис. 33).



Рис. 33. Виды соединения костей

Неподвижные соединения образуются в результате сращения костей (тазовые кости) или образования швов (кости черепа). Они обеспечивают надежную защиту и опору для внутренних органов и мозга.

В **полуподвижных** соединениях кости связаны между собой с помощью хряща, в толще которого имеется небольшая полость. Таким способом соединяются друг с другом позвонки, между которым находятся межпозвоночные диски. Полуподвижные соединения работают как биологические амортизаторы, смягчающие толчки и удары.

Движения конечностей обеспечиваются наличием **подвижных** соединений — **суставов** (бедренного, коленного, локтевого и др.). К основным элементам сустава относятся суставные поверхности сочленяющихся костей и суставная сумка (рис. 34). Как правило, на одной из костей находится суставная впадина, в которую входит соответствующая ей по форме и размеру головка другой кости. Суставные поверхности обеих костей покрыты хрящом и стянуты внутрисуставными *связками*.

Суставная сумка представляет собой герметичную оболочку из соединительной ткани. Внутри суставной сумки имеется небольшая полость, в которую заходят сочленяющиеся кости. Полость заполнена специальной жидкостью, которая уменьшает трение, возникающее между костями во время движения.

Суставы принимают важное участие в осуществлении опорной и двигательной функций. Соединенные с их помощью кости работают как биологические рычаги, обеспечивая подвижность человеческого скелета.

В результате травм, инфекций или нарушений обмена веществ может развиться воспаление суставов — **артрит**. Артрит является достаточно распространенным заболеванием в человеческой популяции (2 % от всего населения земного шара). Наиболее типичные симптомы артрита — болевые ощущения, отечность воспаленного сустава, нарушение подвижности и посторонние звуки в суставе при движениях. Одним из методов улучшения состояния больного является лечебная гимнастика.

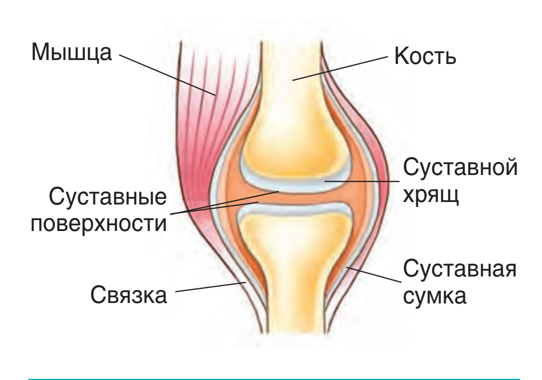


Рис. 34. Коленный сустав

Болезнью суставов старшего поколения является **артроз**, характеризующийся деформацией сустава и полной или частичной потерей его подвижности.

Профилактика артрита и артроза заключается, прежде всего,

в полноценном питании и посильной физической нагрузке. Реальную угрозу для здоровья суставов представляют алкоголь и никотин. Их употребление способствует усилению воспалительного процесса и разрушению суставных хрящей.

■ **Повторим главное.** Скелет человека насчитывает 205—207 костей. ◆ В состав кости входят белок оссеин и минеральные соли. ◆ По форме различают трубчатые, губчатые, плоские и смешанные кости. ◆ Кости образуют неподвижные, полуподвижные и подвижные соединения. ◆ Подвижные соединения, или суставы, обеспечивают необходимую подвижность костей скелета. ◆ Ключевыми элементами сустава являются суставные поверхности и окружающая их суставная сумка.

Ключевые вопросы. 1. Какие вещества входят в состав костной ткани? Какие свойства кости они определяют? **2.** Какое строение имеет компактное и губчатое вещество кости? **3.** Какие элементы выделяют во внешнем и внутреннем строении трубчатой кости? Каковы их функции? **4.** Как классифицируют кости по форме? **5.** Какие способы соединения костей известны? **6.** Благодаря чему происходит рост костей в толщину и длину? **7.** Что такое артрит и артроз?

Сложные вопросы. 1. Как изменятся свойства костей при увеличении содержания в них минеральных солей? Органических веществ? **2.** Какое влияние оказывают на строение костей занятия различными видами спорта? **3.** Футбольный мяч в момент пенальти может достигать скорости 200 км/ч. Благодаря каким особенностям строения коленный сустав сохраняет свою целостность при нанесении удара такой силы?

Индивидуальные домашние исследования

Измерение роста. Измерьте утром и вечером свой рост и рост членов своей семьи. За счет чего ночью человек «подрастает» на 1—2 см, а к концу дня теряет их? Обсудите результаты исследования на уроке.

§ 19. Скелет головы, туловища и конечностей

- **Вспомните.** Из каких отделов состоит скелет млекопитающих? Каковы функции этих отделов?
- **Как вы думаете?** Чем объясняется разный объем мозгового отдела черепа у человека и обезьян? Чем обусловлены отличия в строении верхних и нижних конечностей человека и обезьян?
- **Вы узнаете,** какие кости образуют скелет головы, верхних и нижних конечностей человека, а также какое строение имеют позвоночник и грудная клетка.

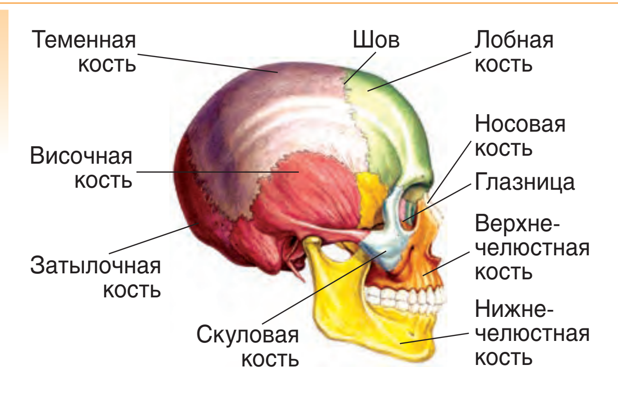


Рис. 35. Скелет головы

Скелет человека состоит из скелета головы (черепа), скелета туловища и скелета конечностей.

Череп защищает головной мозг и органы чувств от повреждений. В его составе выделяют мозговой и лицевой отделы. Наиболее крупные кости *мозгового* отдела — **височные, теменные, лобная** и **затылочная** (рис. 35). Височные и теменные кости парные, а лобная и затылочная — непарные. В нижней части затылочной кости имеется крупное отверстие. Через него полость черепа сообщается с позвоночным каналом.



Рис. 36. Позвоночник

В отличие от мозгового в *лицевом* отделе преобладают парные кости. К ним относятся **верхнечелюстные, носовые, скуловые** и некоторые другие кости. Единственная подвижная кость черепа — непарная **нижняя челюсть.** Верхняя и нижняя челюсти содержат углубления — альвеолы, в которых располагаются корни зубов.

На поверхности лицевого отдела находятся два углубления — глазницы, в которых размещаются глазные яблоки. Под глазницами располагается носовое отверстие, разделенное носовой перегородкой на две половины.

Скелет туловища образован позвоночником (позвоночным столбом) и грудной клеткой.

Позвоночник состоит из 33—34 соединенных друг с другом позвонков (рис. 36). Из них 7 шейных, 12 грудных, 5 поясничных, 5 крестцовых и 4—5 копчиковых.

Каждый позвонок имеет утолщенную часть — *тело* и *дугу* (рис. 37). От дуги отходят отростки, к которым прикрепляются мышцы. Между телом позвонка и дугой расположено *позвоночное отверстие.* Из этих отверстий образуется позвоночный канал, в котором располагается спинной мозг.

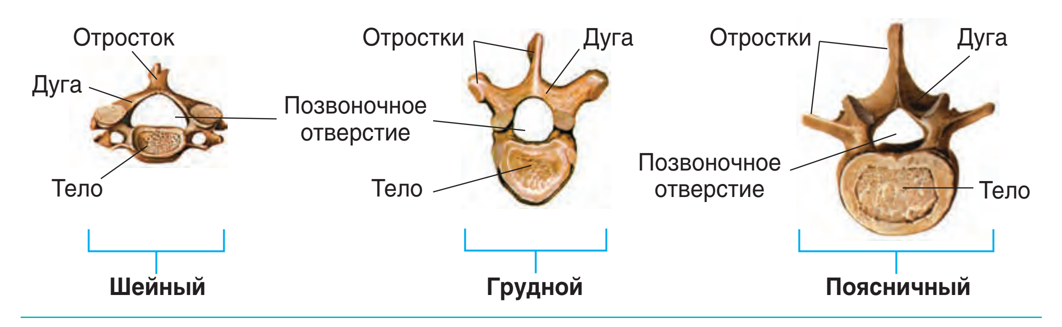


Рис. 37. Строение позвонков

Позвонки на разных уровнях имеют неодинаковые размеры. Тонкие узкие вверху позвонки сообразно возрастающей нагрузке постепенно увеличиваются по ширине и высоте в направлении крестца. От крестца к копчику они снова уменьшаются.

Позвоночник человека имеет четыре изгиба. Два из них направлены вперед (лордозы) и два назад (кифозы). Лордозы характерны для шейного и поясничного отделов позвоночника, а кифозы — для грудного и крестцового. Эти изгибы ослабляют удары и толчки, возникающие при движениях.

Малоподвижный образ жизни, избыточная масса тела, непомерные физические нагрузки могут приводить к поражениям межпозвоночных дисков и развитию **остеохондроза** позвоночника. При этом заболевании сдавливаются отходящие от спинного мозга нервные корешки и кровеносные сосуды. Симптомами остеохондроза являются боли в шее, спине и скованность движений.

Грудная клетка обеспечивает защиту сердца, легких, а также принимает участие в дыхании. В связи с прямохождением она относительно плоская и широкая. Ее форма зависит от пола, телосложения, физического развития и возраста.

Грудная клетка образована грудиной, ребрами и позвонками грудного отдела позвоночника (рис. 38). *Грудина* — это плоская кость,

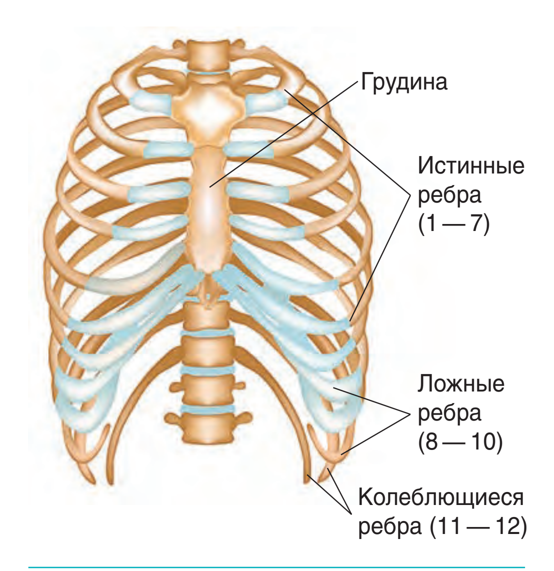


Рис. 38. Строение грудной клетки

к которой с обеих сторон прикрепляются *ключицы* и *ребра*. У человека 12 пар ребер. Из них только 1—7-я пары непосредственно соединены с грудиной (истинные ребра). Ребра с 8-й по 10-ю пару своими передними концами соединяются с хрящом вышележащего ребра (ложные ребра). Передние концы 11—12-й пар ребер не доходят до грудины и заканчиваются в мягких тканях передней брюшной стенки (колеблющиеся ребра).

Скелет конечностей. Скелет *верхних* конечностей включает **плечевой пояс** и **свободную верхнюю конечность**. Скелет *нижних* конечностей состоит из **тазового пояса** и **скелета свободной нижней конечности** (табл. 2).

Таблица 2. **Строение скелета верхних и нижних конечностей**

Скелет конечностей	Состав костей конечностей	Функции
Плечевой пояс	*2 лопатки* — плоские кости треугольной формы, находящиеся на задней поверхности грудной клетки. Сочленяются с плечевой костью и ключицей *2 ключицы* — кости, имеющие изогнутую S-образную форму. Одним концом ключица соединяется с лопаткой, другим — с грудиной	Обеспечение опоры свободной верхней конечности
Свободная верхняя конечность	Плечевая, локтевая и лучевая кости, кости кисти (8 костей запястья, 5 костей пясти и 14 фаланг пальцев)	Осуществление разнообразных, в том числе тонких движений, приспособление к трудовой деятельности
Тазовый пояс	2 тазовые кости, каждая из которых состоит из сросшихся подвздошной, седалищной и лобковой костей. Совместно с крестцом образуют таз	Образование полости и защита внутренних органов
Свободная нижняя конечность	Бедренная кость, большая и малая берцовые кости, кости стопы (7 костей предплюсны, 5 костей плюсны, 14 фаланг пальцев)	Обеспечение различных движений, перемещение в пространстве

Это интересно. Самыми длинными костями у человека являются бедренные. Их длина составляет около 27,5 % от роста человека. А самая короткая кость — это расположенное в среднем ухе стремечко, длиной не более 4 мм.

Повторим главное. Череп человека состоит из мозгового и лицевого отделов. ◆ Позвоночник образован 33—34 позвонками и делится на пять отделов: шейный, грудной, поясничный, крестцовый и копчиковый. ◆ В строении позвонка выделяют тело, дуги, отростки и позвоночное отверстие. ◆ Грудная клетка образована грудиной, 12 парами ребер и позвонками грудного отдела позвоночного столба. ◆ Скелет верхних конечностей состоит из плечевого пояса (лопатки и ключицы) и свободной верхней конечности, образованной плечевой, лучевой и локтевой костями, костями запястья, пясти и пальцев. ◆ Скелет нижних конечностей состоит из тазового пояса (тазовых костей) и свободной нижней конечности. Она в свою очередь включает бедренную, большую и малую берцовые кости, кости предплюсны, плюсны и пальцев.

Ключевые вопросы. **1.** Из каких отделов состоит череп? Какие функции он выполняет? **2.** Какие отделы выделяют в позвоночнике? Сколько позвонков в каждом отделе? **3.** За счет чего достигается гибкость позвоночника? Как это отражается на его форме? **4.** Какие кости образуют грудную клетку? Какие функции она выполняет в организме? **5.** Из каких отделов и костей состоит скелет верхних и нижних конечностей? **6.** Чем объясняются различия в строении скелета верхних и нижних конечностей?

Сложные вопросы. **1.** Между костями черепа новорожденного отсутствуют швы. Вместо них имеются прослойки соединительной ткани. Какой в этом физиологический смысл? **2.** Почему череп человека по форме отличается от черепа человекообразной обезьяны? **3.** Перед тем как отпустить на волю пленных воинов, Юлий Цезарь приказывал лишать их больших пальцев обеих рук. С какой целью применяли это варварское наказание? **4.** Почему у боксеров и пианистов различаются форма и строение костей рук?

§ 20. Мышцы, их строение, функции и регуляция сокращения. Работа мышц

- **Вспомните.** Какие виды мышечной ткани присутствуют в организме человека? Какие особенности строения характерны для скелетных мышц? Чем отличаются поперечнополосатые мышцы от гладких?
- **Как вы думаете?** Почему часть своего свободного времени необходимо посвящать активному отдыху?
- **Вы узнаете,** как устроены и как классифицируются мышцы; как осуществляется регуляция и работа мышц.

Мышечная система состоит из скелетных мышц и является активной частью опорно-двигательного аппарата. Сокращаясь, мышцы укорачиваются и перемещают кости, тем самым обеспечивая выполнение всех видов движений.

У человека насчитывают более 600 скелетных мышц. У женщин мышцы составляют около 30 %, а у мужчин — 40 % массы тела.

Строение скелетной мышцы. Скелетная мышца состоит из параллельно расположенных пучков **мышечных волокон**. Различают два типа мышечных волокон: красные и белые. *Белые* сокращаются быстро и быстро устают. *Красные* мышечные волокна сокращаются медленно, но при этом устойчивы к утомлению.

Мышечные волокна в свою очередь состоят из миофибрилл. Это органеллы, содержащие тончайшие сократительные нити, образованные белками *актином* и *миозином*. Во время сокращения актиновые нити скользят относительно миозиновых. Обязательным участником этого процесса является АТФ. Без нее мышечное сокращение невозможно.

В каждой мышце выделяют сокращающуюся часть — **брюшко** и несокращающуюся — **сухожилие** (рис. 39). Сухожилия очень прочные и практически нерастяжимые. С их помощью мышцы крепятся к костям.

Мышцы с одним брюшком и двумя сухожилиями называют простыми. Сложные мышцы имеют больше одного брюшка и двух сухожилий.

Классификация мышц. Единой общепринятой классификации мышц не существует. Как правило, их подразделяют по форме, величине, положению в теле, направлению мышечных волокон. По форме мышцы бывают круглыми, ромбовидными, трапециевидными, зубчатыми, квадратными и т. д. В зависимости от размеров различают длинные, короткие и широкие мышцы. По положению в теле человека выделяют наружные, внутренние, поверхностные, глубокие и другие виды мышц.



Рис. 39. Строение скелетной мышцы

Движение в любом суставе осуществляется с помощью как минимум двух мышц. Мышцы, действующие в одном направлении, называются *синергистами*, а действующие в противоположных — *антагонистами*. Наиболее ярким примером мышц-антагонистов являются сгибатели и разгибатели.

При каждом движении сокращаются не только мышцы-синергисты, но и их антагонисты. Благодаря напряжению антагонистов движения приобретают бо́льшую точность и плавность.

В соответствии с местом расположения различают мышцы головы, шеи, туловища и конечностей (форзац II).

Регуляция мышечных сокращений. Сократительная активность всех без исключения мышц находится под контролем нервной системы. Создаваемые двигательными нейронами импульсы поступают к мышечным волокнам и вызывают их сокращения. Мышечные волокна всегда сокращаются с максимальной силой. Но так как все они обладают разным уровнем возбудимости, сначала сокращаются более возбудимые, а затем менее возбудимые мышечные волокна. Благодаря этой особенности нервная система может очень точно дозировать силу сокращения скелетных мышц.

Выделяют два основных вида движений — непроизвольные и произвольные. Непроизвольные двигательные реакции не контролируются нами. Они возникают рефлекторно в ответ на стимуляцию соответствующих рецепторов.

Формирование *произвольных* двигательных актов полностью зависит от нашего сознания. В моторной коре больших полушарий расположены высшие центры, отвечающие за формирование всех произвольных двигательных реакций. Свои команды они направляют в самые различные отделы головного мозга. Последнее звено в этой цепи — двигательные нейроны спинного мозга. Они являются непосредственными исполнителями двигательных задач, поставленных перед ними корой больших полушарий.

Работа мышц. Любая физическая работа может быть динамической и статической. Примерами *динамической* работы являются бег, ходьба, плавание. При этом идет постоянное чередование двух фаз — сокращения и расслабления мышц. При умеренном темпе и средней величине нагрузки такая работа может продолжаться длительное время.

Во время стояния, сидения, удерживания груза совершается *статическая* работа. Мышечные волокна при этом находятся в состоянии непрерывного напряжения, что приводит к быстрому развитию утомления. Как правило, зависимость между величиной нагрузки и степенью утомления носит линейный характер, то есть чем тяжелее нагрузка, тем раньше наступает утомление и тем ярче оно выражено.

Установлено, что в процессе напряженной работы в мышцах иссякают запасы АТФ, углеводов и накапливается молочная кислота. В нервных

центрах, контролирующих сократительную активность мышц, уменьшается образование АТФ и наступает охранное торможение. Существенные сдвиги наблюдаются в работе сердечно-сосудистой системы и системы органов дыхания.

Таким образом, физическое утомление обусловлено функциональными изменениями, происходящими во многих органах и системах. Несмотря на это, утомление принято считать естественным состоянием организма. Объясняется это тем, что после полноценного отдыха работоспособность полностью восстанавливается. Более того, какое-то время она даже превосходит свой первоначальный уровень.

Влияние физической нагрузки на развитие мышечной системы. Уровень физического развития человека во многом зависит от его образа жизни. Для того чтобы стать сильным, выносливым, быстрым, гибким и ловким, необходимо как следует поработать над собой.

Способность выполнять ту или иную физическую работу целиком зависит от **тренированности**. Тренированный человек хорошо приспособлен к тяжелым физическим нагрузкам. Для его организма характерен значительно более высокий уровень функциональных возможностей.

Под воздействием максимальных нагрузок меняются объемные размеры мышечных волокон. При этом, чем больше становится площадь поперечного сечения мышцы, тем она сильнее.

▶ **Это интересно.** Основным критерием силы мышц является их способность развивать максимальное напряжение. В спорте, для того чтобы определить сильнейшего, используют специальные снаряды: гири, штанги. Можно ли определить, кто в вашем классе сильнее всех с помощью обычной сантиметровой ленты?

Тренировки благотворно действуют не только на мышцы, но и на организм в целом. Под влиянием физической нагрузки становятся толще и прочнее кости. Увеличиваются функциональные возможности дыхательной и сердечно-сосудистой систем. Появляется ощущение «мышечной радости» и повышается жизненный тонус.

Отсутствие физических нагрузок крайне неблагоприятно сказывается на здоровье человека. У лиц, ведущих малоподвижный образ жизни, развивается **гиподинамия**. Это состояние характеризуется существенным уменьшением прочности костей и ослаблением мышц. Гиподинамия опасна нарушением функций сердечно-сосудистой, дыхательной

и других систем организма. На фоне перестройки мышечной и костной тканей развивается ожирение, ослабевает иммунитет и ускоряются процессы старения.

■ **Повторим главное.** Мышечная система человека насчитывает около 600 мышц. ◆ Каждая мышца имеет брюшко и сухожилия. ◆ Сократительными элементами мышцы являются актиновые и миозиновые белковые нити. Они собраны в пучки, называемые миофибриллами. ◆ Миофибриллы образуют мышечные волокна, а волокна — мышцу. ◆ Мышцы, обеспечивающие движение конечности в одном направлении, называются синергистами, а в противоположных — антагонистами. ◆ Различают статическую и динамическую работу мышц. ◆ Длительное или чрезмерное мышечное напряжение приводит к развитию утомления и прекращению работы. ◆ Правильно подобранные систематические физические нагрузки стимулируют развитие мышечной системы и продлевают жизнь.

? **Ключевые вопросы. 1.** Какое строение имеют скелетные мышцы? **2.** На какие типы подразделяют мышечные волокна? Чем они отличаются? **3.** Какие функции выполняют скелетные мышцы? **4.** Какие мышцы обеспечивают вдох и выдох? **5.** Как осуществляется регуляция мышечных сокращений? **6.** В чем различие между статической и динамической работой мышц? Какая работа совершается при удерживании груза?

Сложные вопросы. 1. Какие мышцы и почему лучше развиты у человека по сравнению с животными? **2.** Почему физические упражнения, с легкостью выполняемые гимнастами, не могут повторить спортсмены-тяжелоатлеты? **3.** С чем связана необходимость приспособления организма к физическим нагрузкам после продолжительного космического полета? **4.** Есть ли различия в понимании терминов «физическая культура» и «лечебная физкультура»? **5.** Какой вид отдыха (пассивный или активный) вы порекомендуете спортсмену, только что преодолевшему марафонскую дистанцию?

Индивидуальные домашние исследования

Анализ работы скелетных мышц. Проведите сравнительный анализ особенностей работы скелетных мышц при выполнении трудовых операций и физических упражнений. Чем, с физиологической точки зрения, работа грузчика отличается от работы, совершаемой во время тренировки спортсменом-тяжелоатлетом? Результаты задания оформите в виде таблицы и обсудите на уроке.

§ 21. Первая помощь при травмах опорно-двигательного аппарата. Профилактика нарушений опорно-двигательного аппарата

- **Вспомните.** С какими приемами оказания первой помощи при травмах опорно-двигательного аппарата вы познакомились при изучении предмета «Основы безопасности жизнедеятельности»?
- **Как вы думаете?** Почему при призыве на военную службу обращают внимание на состояние стопы новобранцев?
- **Вы узнаете,** как правильно оказать первую помощь при растяжении связок, вывихах и переломах.

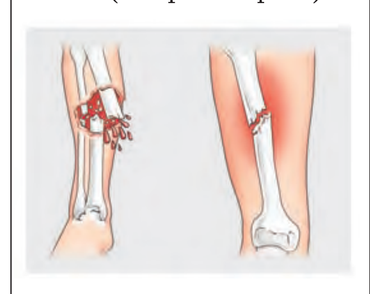
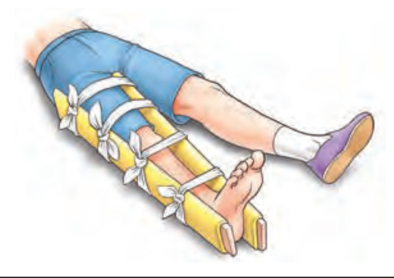
Растяжение связок, вывихи и переломы костей — достаточно распространенные виды травм. Практически любая кость может быть сломана в любой ее точке. В клинической практике наиболее часто встречаются переломы плечевой кости, голени, лодыжек и шейки бедренной кости. Множественные переломы трубчатых костей опасны большими кровопотерями и развитием шокового состояния. Поэтому большое значение имеет своевременность оказания и качество первой помощи. Пострадавшие, получившие квалифицированную первую помощь, легче переносят последствия травмы и быстрее выздоравливают.

Действия по оказанию первой помощи при травмах опорно-двигательного аппарата изложены в таблице 3.

Таблица 3. **Первая помощь при растяжении связок, вывихах суставов и переломах костей**

Повреждение, его причины и признаки	Первая помощь
Растяжение связок: резкие движения в суставе. Боль при попытке совершить движение или нагрузить конечность, отек	Приложите к поврежденному месту пакет со льдом, снегом или смоченную холодной водой ткань для снятия боли и отечности. Наложите тугую фиксирующую повязку и доставьте пострадавшего в медучреждение

Продолжение

Повреждение, его причины и признаки	Первая помощь
Вывих: движения, выходящие за пределы нормальной подвижности сустава, удар в область сустава. Сильная боль в области сустава, отек, деформация сустава, нарушение или утрата способности к движению.	Не пытайтесь самостоятельно вправить вывихнутое плечо или бедро! Придайте конечности положение, при котором боль минимальна (рука на косынке, шина). Для уменьшения боли дайте обезболивающее, а к суставу приложите пакет со снегом, льдом или ткань, пропитанную холодной водой. Доставьте пострадавшего в медучреждение. 
Переломы (нарушения целостности кости): сильные ушибы, падения, ранения. *Открытые переломы:* сопровождаются отеком, сильной болью, ранением мягких тканей и кожи, кровотечением, сообщаются с внешней средой. *Закрытые переломы:* сопровождаются отеком, сильной болью, не нарушена целостность кожи и нет видимого кровотечения (см. рис. справа). 	Вызовите «скорую помощь». Если медицинская помощь недоступна и организовывать транспортировку пострадавшего предстоит самостоятельно, на место повреждения следует наложить шину. Не меняя положения поврежденной конечности, к ней плотно, но без сдавливания прибинтовывают шину (кусок доски, фанеры). Шина должна охватывать область повреждения, а также суставы, расположенные выше и ниже. После наложения шины необходимо проверить наличие кровообращения в поврежденной части тела. При жалобах на онемение, повязку следует ослабить. При отсутствии шины сломанную руку прибинтовывают к туловищу, а сломанную ногу к неповрежденной. При травмах позвоночника и множественных переломах переносить и передвигать пострадавшего запрещено. 

С возрастом в связи со снижением содержания кальция уменьшается плотность, масса и прочность костей и развивается заболевание **остеопороз** (разрежение костной ткани). Именно поэтому в пожилом возрасте чаще случаются переломы костей, которые срастаются дольше, чем у молодых людей.

Профилактика нарушений опорно-двигательного аппарата. Важное значение для здоровья человека имеет его **осанка**. При правильной осанке изгибы позвоночника умеренные, лопатки расположены симметрично, а плечи развернуты. Человек с хорошей осанкой держит голову прямо или слегка откинув назад. Его грудь выступает вперед, а живот втянут (рис. 40).

Правильная осанка имеет не только эстетическое значение. Ее наличие является необходимым условием для нормального развития и функционирования внутренних органов. При чрезмерных поясничном и грудном изгибах позвоночника развивается сутулость («круглая спина»). У сутулого человека плечи сведены кпереди, живот выпячен, а грудь западает (рис. 41). Неправильная осанка может приводить к **сколиозу** — боковому искривлению позвоночного столба.

Часто встречающимся дефектом опорно-двигательного аппарата является **плоскостопие** (рис. 42). При этом заболевании растягиваются связки стопы и уплощается ее свод. В результате стопа теряет свои амортизирующие свойства и длительная ходьба сопровождается болями в ступнях, коленях, бедрах и спине. Толчком к развитию плоскостопия может служить ношение обуви на высоком каблуке, длительное стояние, перенос тяжестей.



Рис. 40. Правильная осанка

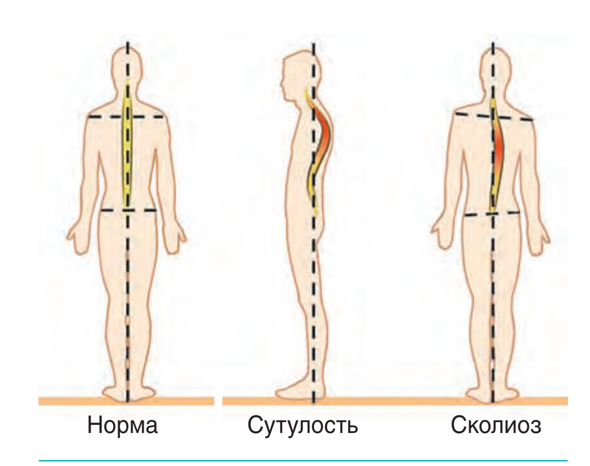


Рис. 41. Нарушения осанки

Даже при самом высокотехнологичном уровне лечения у взрослого человека не может произойти полного восстановления свода стопы. А значит, прав был отец медицины Гиппократ, заметивший, что «болезнь легче предупредить, чем вылечить». Для предупреждения плоскостопия рекомендуется ходьба босиком, бег, прыжки в длину и высоту, подвижные спортивные игры и плавание.



Нормальная стопа

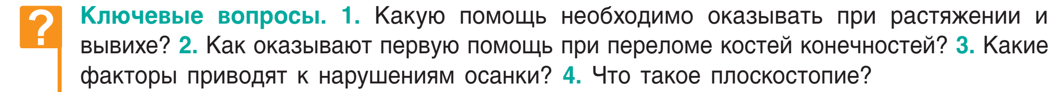


Плоскостопие

Рис. 42. Признаки плоскостопия

Движение является общедоступным и абсолютно бесплатным лекарством от огромного количества заболеваний. Если вы хотите быть здоровыми, регулярно занимайтесь физической культурой и спортом. Не пользуйтесь без особой нужды лифтом, общественным или личным транспортом. Помните простую вечную истину: «Движение — это жизнь».

■ **Повторим главное.** При вывихах следует придать конечности положение, при котором не ощущается боль, и приложить к месту травмы что-нибудь холодное. ◆ При переломах накладывают шину, захватывающую два соседних с переломом сустава. После этого пострадавшего необходимо доставить в медучреждение. ◆ Обязательное условие нормального развития и полноценного функционирования внутренних органов — правильная осанка. ◆ Ношение тесной, неудобной обуви на высоком каблуке опасно формированием плоскостопия.



Ключевые вопросы. **1.** Какую помощь необходимо оказывать при растяжении и вывихе? **2.** Как оказывают первую помощь при переломе костей конечностей? **3.** Какие факторы приводят к нарушениям осанки? **4.** Что такое плоскостопие?

Сложные вопросы. **1.** При каких травмах и зачем потерпевшему в буквальном смысле «связывают руки за спиной»? **2.** Зачем будущим офицерам царской армии во время учебы в военных училищах ставили в картонные подставки на погонах стаканчики с водой?



Индивидуальные домашние исследования

Определение осанки и плоскостопия.

1. Встаньте так, чтобы голова, плечи и ягодицы касались стены (см. рис. 40). Попробуйте между поясницей и стеной просунуть кулак. Если кулак проходит, значит есть нарушение осанки. Осанка считается правильной, если между поясницей и стеной с трудом проходит ладонь.

2. Встаньте мокрыми босыми ногами на лист бумаги. Получившийся след обведите карандашом. В норме посередине следа стопы находится выемка, которая занимает немного больше половины ее длины. Отсутствие выемки или ее небольшие размеры свидетельствуют о наличии плоскостопия.

ПОДВЕДЕМ ИТОГИ

Опорно-двигательный аппарат человека состоит из костной (пассивной) и мышечной (активной) систем. Функционально связанные между собой кости образуют скелет, который служит опорой для мышц и мягких тканей. Скелет выступает также в роли депо минеральных веществ, участвует в кроветворении, обеспечивает защиту жизненно важных органов.

Скелет черепа человека состоит из мозгового и лицевого отделов. Скелет туловища образован позвоночником и грудной клеткой. Плечевой пояс и свободная верхняя конечность формируют скелет верхней конечности. И наконец, тазовый пояс и свободная нижняя конечность образуют скелет нижней конечности.

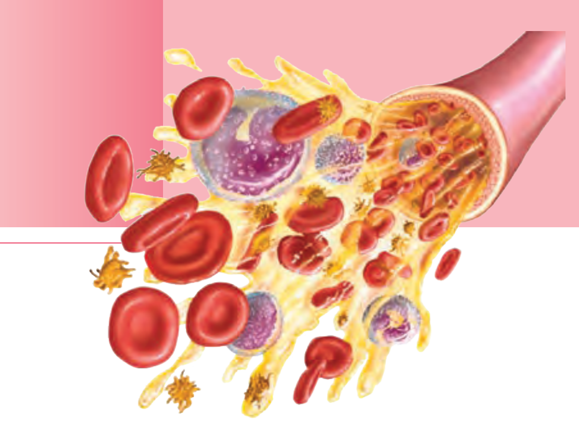
К костям с помощью сухожилий крепятся скелетные (поперечнополосатые) мышцы. Они состоят из большого количества параллельно расположенных мышечных волокон, за сокращение которых отвечает нервная система.

Сокращаясь, мышцы выполняют статическую или динамическую работу. При этом работоспособность мышц снижается и развивается утомление. Скорость наступления утомления зависит от величины нагрузки, ритма движений и тренированности организма.

Занятия физической культурой и спортом придают человеку уверенность в себе, улучшают настроение и предупреждают нарушения опорно-двигательного аппарата.

Глава **6**

Внутренняя среда организма



Вы узнаете

- *состав и функции крови;*
- *о резус-факторе, группах крови и правилах ее переливания;*
- *об иммунитете и его видах;*
- *механизм свертывания крови;*
- *меры профилактики инфекционных заболеваний.*

Вы научитесь

- *объяснять изменения самочувствия, обусловленные снижением содержания в крови гемоглобина;*
- *обосновывать необходимость вакцинации.*

Внутренняя среда организма включает кровь, лимфу и тканевую жидкость. Состав и физико-химические свойства внутренней среды относительно постоянны. Это обязательное условие устойчивого функционирования организма получило название **гомеостазис.** Нарушение гомеостазиса приводит к значительным изменениям в работе органов и, как правило, несовместимо с жизнью.

§ 22. Компоненты внутренней среды организма. Кровь и ее функции

- **Вспомните.** К какому типу тканей относятся кровь и лимфа? Каковы их функции?
- **Как вы думаете?** Существуют ли искусственные заменители крови? В каких случаях они применяются?
- **Вы узнаете** о функциях крови и составе плазмы крови.

Внутренняя среда организма. Все компоненты внутренней среды организма — кровь, лимфа и тканевая жидкость — неразрывно связаны между собой. **Тканевая (межклеточная) жидкость** окружает клетки и

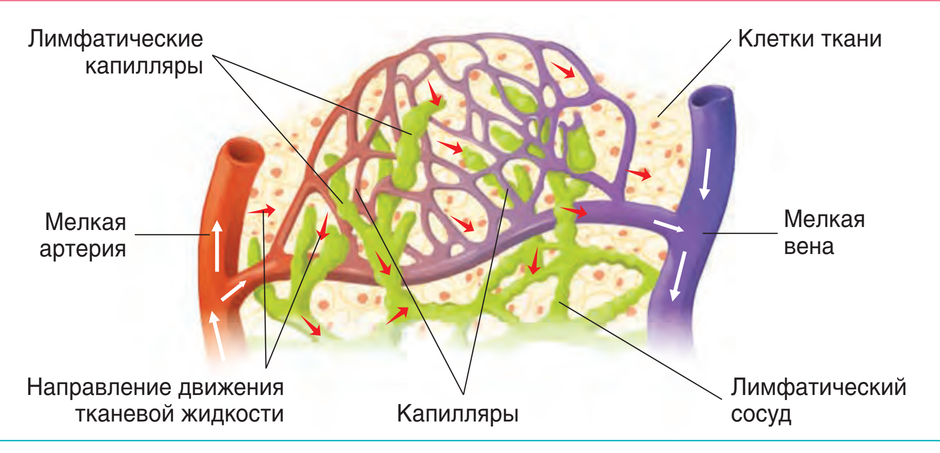


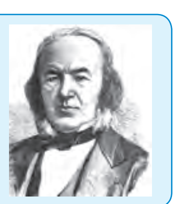
Рис. 43. Внутренняя среда организма

является их непосредственной «средой обитания». Из нее клетки поглощают кислород и питательные вещества и в нее же выделяют конечные продукты обмена (рис. 43). Несмотря на это, состав и физико-химические характеристики тканевой жидкости остаются относительно стабильными. Столь завидное постоянство достигается за счет непрерывного обновления тканевой жидкости. Она образуется из плазмы крови, которая проникает из просвета капилляров в межклеточные пространства. Большая часть плазмы крови тут же возвращается обратно в капилляры, а незначительное количество остается в тканях. Излишки тканевой жидкости просачиваются в слепо замкнутые лимфатические капилляры и дают начало лимфе. **Лимфа** представляет собой прозрачную вязкую бесцветную жидкость, состоящую из лимфоплазмы и форменных элементов. Среди форменных элементов преобладают *лимфоциты* (одна из разновидностей лейкоцитов). Они задерживают и разрушают попавшие в организм микроорганизмы и инородные частицы. По лимфатическим сосудам, впадающим в кровеносное русло, лимфа возвращается в кровь.

Гомеостазис. Обязательным условием жизнедеятельности организма является его способность сохранять относительное постоянство своего внутреннего состояния — **гомеостазис**. Многие физиологические показатели внутренней среды могут изменяться только в очень узких пределах. Например, температура тела, кровяное давление, концентрация глюкозы, кислорода и углекислого газа в крови и др. Выход перечисленных показателей за допустимые пределы запускает механизмы регуляции, возвращающие их на необходимый уровень. Так, например, при снижении температуры окружающей среды в организме человека увеличивается выработка тепла и уменьшается теплоотдача. При высокой температуре

воздуха теплопродукция уменьшается, а теплоотдача возрастает. В обоих случаях температура тела остается постоянной, что обеспечивает оптимальные условия для протекания в организме биохимических реакций.

Историческая справка. Значение постоянства внутренней среды организма обосновал французский врач и исследователь Клод Бернар (1813—1878). Его портрет вы видите на рисунке. Термин гомеостазис был введен в 1929 г. американским физиологом Уолтером Кэнноном.



По меткому замечанию Клода Бернара гомеостазис «есть условие независимого существования». Другими словами, организм сохраняет свою самостоятельность только до тех пор, пока поддерживается гомеостазис.

Кровь и ее функции. **Кровь** осуществляет целый ряд функций, основными из которых являются: 1) *питательная* — перенос питательных веществ от органов пищеварения ко всем клеткам тела; 2) *выделительная* — транспортировка конечных продуктов обмена веществ к органам выделения; 3) *дыхательная* — перенос кислорода от легких к тканям и углекислого газа в обратном направлении; 4) *защитная* — обезвреживание болезнетворных микроорганизмов и свертывание крови; 5) *регуляторная* — перенос гормонов, регулирующих обмен веществ и работу внутренних органов; 6) *терморегуляторная* — поддержание постоянной температуры тела.

Основные компоненты крови — **плазма** (жидкая среда) и **форменные элементы** (эритроциты, лейкоциты и тромбоциты) (рис. 44). Плазма крови состоит из воды (90—92 %), в которой растворены белки (7—8 %) и другие органические и минеральные (0,9 %) соединения. Объем плазмы достигает 55—65 % от объема цельной крови.

Среди минеральных веществ плазмы крови наиболее важную роль играют ионы натрия и хлора. Они создают осмотическое давление крови, которое обеспечивает обмен воды между тканями и кровью.

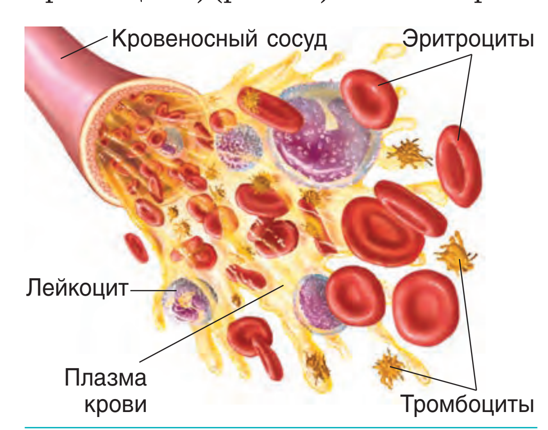


Рис. 44. Основные компоненты крови

В медицине при обезвоживании, а также для растворения лекарственных препаратов используют *физиологический раствор*. Он представляет собой 0,9 %-й водный раствор хлорида натрия (NaCl). Физиологический раствор и плазма крови имеют абсолютно одинаковое осмотическое давление. Данное обстоятельство позволяет использовать физиологический раствор как временный заменитель плазмы крови.

■ **Повторим главное.** Внутреннюю среду организма образуют кровь, лимфа и тканевая жидкость. ◆ Способность организма сохранять относительное динамическое постоянство состава и свойств внутренней среды носит название гомеостазис. ◆ Кровь выполняет питательную, дыхательную, защитную, выделительную, регуляторную и терморегуляторную функции. ◆ Она состоит из плазмы и форменных элементов (эритроцитов, лейкоцитов и тромбоцитов). ◆ Основным компонентом плазмы крови является вода с растворенными в ней белками и другими органическими и минеральными веществами.

? **Ключевые вопросы. 1.** Что представляет собой внутренняя среда организма? Какую роль она играет в жизнедеятельности клеток? **2.** Отличается ли химический состав плазмы крови и тканевой жидкости? **3.** Для чего организму необходимо поддерживать постоянство внутренней среды? **4.** Какие функции выполняет кровь? Лимфа? **5.** Каков химический состав плазмы крови? Носителем каких свойств является плазма?

Сложные вопросы. 1. В процессе работы в саду на коже рук могут образовываться водяные мозоли. Чем они заполнены? **2.** Человек съел недоброкачественную пищу, и через некоторое время у него была обнаружена повышенная вязкость крови. Какие физиологические процессы приводят к таким результатам? **3.** Что произойдет с эритроцитом, помещенным в раствор с высоким содержанием ионов натрия и хлора?

§ 23. Форменные элементы крови

- **Вспомните.** Какие форменные элементы входят в состав крови? Для чего делают анализ крови?
- **Как вы думаете?** Почему количество эритроцитов не одинаково у жителей равнин и гор?
- **Вы узнаете** о строении и функциях форменных элементов крови.

К форменным элементам крови относятся **эритроциты** (красные клетки крови), **лейкоциты** (белые клетки крови) и **тромбоциты** (кровяные пластинки). На их долю приходится около 35—45 % общего объема крови.

Все клетки крови имеют общее происхождение. Они являются потомками кроветворных стволовых клеток красного костного мозга. Несмотря на это, эритроциты, лейкоциты и тромбоциты выполняют совершенно разные функции.

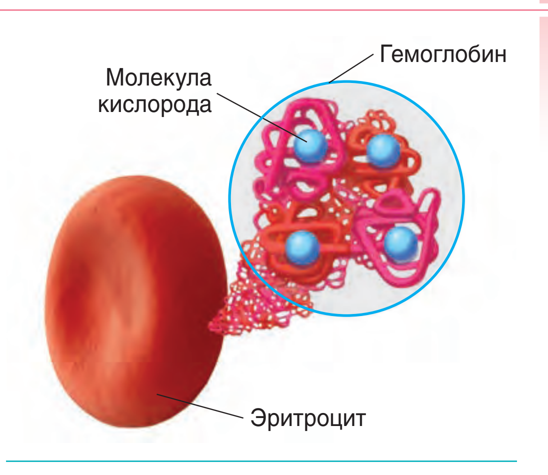


Рис. 45. Строение эритроцита

Функции эритроцитов. Перенос кислорода и углекислого газа — основная функция эритроцитов. Эритроциты содержат дыхательный пигмент — **гемоглобин**, который придает крови красный цвет (рис. 45). В норме содержание гемоглобина у женщин составляет 120—150 г/л, а у мужчин — 130—160 г/л.

Гемоглобин состоит из белковой части — *глобина* и активной группы — *гема*. Гем содержит железо (Fe^{2+}), атомы которого способны образовывать непрочный комплекс с кислородом. Всего в гемоглобине четыре гема, то есть четыре участка связывания кислорода.

В процессе насыщения крови кислородом она приобретает ярко-алую окраску. Так как обогащенная кислородом кровь по артериям направляется сердцем к тканям, ее называют *артериальной*.

В тканях кислород отсоединяется от гемоглобина и поступает в клетки, где с его участием протекают все окислительные процессы.

Гемоглобин может переносить не только кислород, но и углекислый газ. Кровь, насыщенная углекислым газом, возвращается по венам к сердцу и поэтому называется *венозной*. Она имеет темно-вишневую окраску.

Количество эритроцитов в крови поддерживается на относительно постоянном уровне. Однако стрессы, повышенная физическая нагрузка, обезвоживание организма могут сказаться на содержании красных кровяных клеток в крови даже у здорового человека. В естественных условиях образование эритроцитов зависит от потребности организма в кислороде. У людей, проживающих в высокогорных районах с разреженным воздухом, количество эритроцитов примерно на 30 % больше, чем у жителей морского побережья.

Функция лейкоцитов состоит в формировании **иммунитета** — невосприимчивости организма к возбудителям инфекционных заболеваний и защите от генетически чужеродных клеток.

Лейкоциты способны к самостоятельному движению. Одни из них образуют и выделяют *антитела* — защитные вещества, обладающие антибактериальными и антитоксическими свойствами. Другие с помощью ложноножек захватывают и переваривают болезнетворные микроорганизмы. Один лейкоцит может поглотить 15—20 бактерий. Как правило, сам он при этом погибает. Образующийся при воспалительных процессах гной представляет собой сгусток распавшихся лейкоцитов и обезвреженных ими бактерий.

Количество лейкоцитов существенно колеблется даже в течение суток. В утренние часы их число минимально. А вот после приема пищи, при физической нагрузке содержание белых клеток крови резко возрастает.

▲ **Известные ученые.** Функции лейкоцитов изучил русский биолог, лауреат Нобелевской премии Илья Ильич Мечников (1845—1916). Он установил, что лейкоциты способны самостоятельно передвигаться и уничтожать микроорганизмы. Процесс переваривания лейкоцитами чужеродных микроорганизмов Мечников назвал *фагоцитозом* (от греч. phagos — пожиратель).



Тромбоциты, или кровяные пластинки, являются ключевыми участниками процесса свертывания крови. Уменьшение их количества в крови сопровождается кровотечениями, появлением незаживающих ран и синяков. Увеличение содержания тромбоцитов в крови не менее опасно повышенным тромбообразованием и закупоркой кровеносных сосудов.

Основные характеристики эритроцитов, лейкоцитов и тромбоцитов приведены в таблице 5.

Таблица 5. **Общая характеристика форменных элементов крови**

Признак	Эритроциты	Лейкоциты	Тромбоциты
Место образования	Красный костный мозг	Красный костный мозг, вилочковая железа, селезенка, лимфатические узлы, миндалины	Красный костный мозг

Продолжение

Признак	Эритроциты	Лейкоциты	Тромбоциты
Количество в 1 л крови	Мужчины — 3,5—5,5 · 10^{12} Женщины — 3,9—4,7 · 10^{12}	4,0—9,0 · 10^{9}	180—320 · 10^{9}
Цвет	Красный	Бесцветные	
Форма клеток	Двояковогнутый диск (такая форма увеличивает площадь поверхности)	Округлая, шаровидная	Округлая с гладкой поверхностью; иногда звездчатая с нитевидными отростками
Диаметр	7,0—8,0 мкм	7,5—20,0 мкм	2,0—5,0 мкм
Наличие ядра	Безъядерные	С ядром	Безъядерные
Способность к передвижению	Переносятся током крови	Могут образовывать ложноножки и покидать пределы кровеносного русла	Переносятся током крови
Продолжительность жизни	100—120 суток	От 2—4 суток до нескольких лет	5—10 суток
Место разрушения	Печень, селезенка	Селезенка, очаги воспаления в организме	Селезенка, места повреждения кровеносных сосудов

■ **Повторим главное.** Форменными элементами крови являются эритроциты, лейкоциты и тромбоциты. ◆ Эритроциты осуществляют перенос кислорода и углекислого газа. ◆ Лейкоциты обеспечивают защиту организма от болезнетворных микроорганизмов и чужеродных веществ. ◆ Тромбоциты — важнейшие участники процесса свертывания крови.

Ключевые вопросы. **1.** Как функции эритроцитов связаны с их строением? **2.** Что вам известно о лейкоцитах? **3.** Какое строение имеют тромбоциты? Какие функции они выполняют?

Сложные вопросы. **1.** Дайте объяснение выражению: «Кровь — это река жизни». **2.** Преступник, скрывая следы злодеяния, сжег свою одежду. Однако судебно-медицинская экспертиза на основании анализа пепла установила наличие на одежде следов крови и доказала его виновность. Как это было сделано? **3.** На первом году жизни ребенка в его крови повышено содержание лейкоцитов. Почему в ходе взросления их число постепенно снижается? **4.** Почему после приема пищи повышается содержание лейкоцитов в крови? Почему содержание лейкоцитов в крови растет при мышечной работе, беременности, крике у детей? **5.** Чем можно объяснить повышенное содержание эритроцитов и гемоглобина в крови мужчин по сравнению с женщинами?



§ 24. Свертывание крови. Группы крови. Резус-фактор

- **Вспомните.** Что вам известно о переливании крови?
- **Как вы думаете?** Какую информацию несет нашивка на левой стороне груди полевой формы военнослужащего?
- **Вы узнаете** о механизме свертывания крови, резус-факторе, группах крови и правилах ее переливания.

Свертывание крови — защитная реакция, предохраняющая организм от потери крови. Одну из главных ролей в свертывании крови играют **тромбоциты**. При нарушении целостности мелких кровеносных сосудов они прилипают к поврежденной поверхности и склеиваются друг с другом. Образующаяся при этом пробка перекрывает рану, и кровотечение прекращается. В более крупных сосудах описанный механизм малоэффективен, поэтому тромбоциты начинают разрушаться с выделением веществ, обеспечивающих уплотнение тромба. Кроме них, в этом процессе принимают участие вещества, поступающие к месту повреждения из плазмы крови и близлежащих тканей. В результате их взаимодействия растворенный в плазме белок *фибриноген* переходит в нерастворимый *фибрин*. Нити фибрина и запутавшиеся в них форменные элементы крови формируют плотный кровяной сгусток — **тромб** (рис. 46). Он надежно закупоривает поврежденный участок сосуда и предотвращает дальнейшую потерю крови. Через некоторое время тромб рассасывается, и проходимость сосуда восстанавливается.

Тромбообразованию препятствуют растворенные в плазме крови *противосвертывающие вещества*. В случае их отсутствия вся кровь свернулась бы всего за несколько минут.

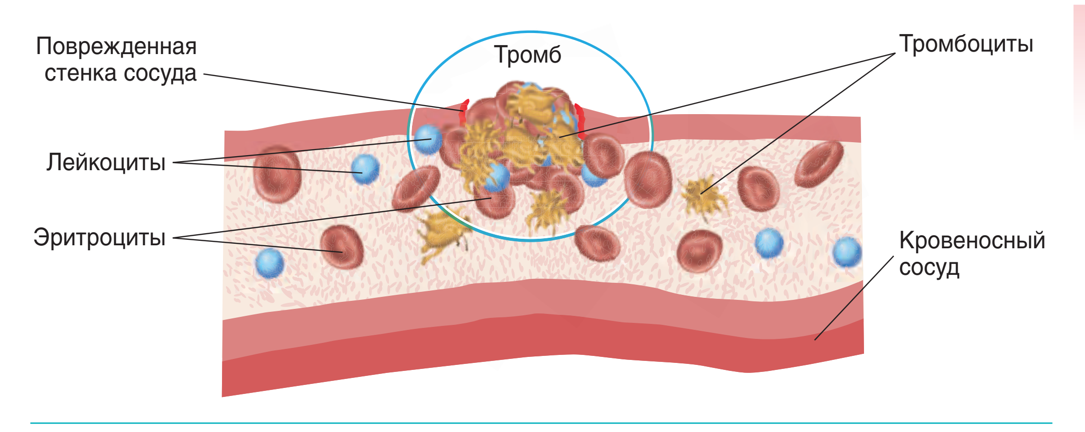


Рис. 46. Образование тромба

Таким образом, физическое состояние крови в организме зависит от того, какая из двух систем — свертывающая или противосвертывающая — возьмет верх.

При дефиците хотя бы одного из факторов свертывания возникают кровоизлияния в суставы, мышцы и внутренние органы. Человеку с таким нарушением ставится диагноз **гемофилия**. Даже самое незначительное кровотечение становится для него смертельно опасным. Гемофилия является наследственным заболеванием, то есть передается по наследству. Женщины являются носительницами гемофилии, а болеют ею главным образом мужчины.

Группы крови. При значительных кровопотерях и некоторых заболеваниях возникает острая необходимость в **переливании крови**. Обычно для этого используют эритроцитарную массу (взвесь эритроцитов), свежезамороженную плазму или ее заменители. Цельную кровь переливают редко.

Человека, дающего в медицинских целях свою кровь или орган, называют **донором**, а нуждающегося в них больного — **реципиентом**.

В рамках международной системы АВ0 выделяют четыре группы крови. Принадлежность человека к той или иной группе крови определяют в ходе анализа по встроенным в мембраны эритроцитов особым веществам — *антигенам* А и В. У одних людей имеется антиген А, у других — В, у третьих — А и В, а у четвертых антигены отсутствуют.

Кроме антигенов, групповую принадлежность крови определяют растворенные в плазме *антитела* α и β. В особенностях их распределения также прослеживается строгая закономерность. В естественных условиях

антиген А никогда не встречается с антителом α, а антиген В — с антителом β (табл. 6). Если бы их встреча все же состоялась, то антитела склеили бы эритроциты между собой. Связанные друг с другом эритроциты выпали бы в осадок и не смогли бы больше выполнять свои функции. Именно поэтому в настоящее время допускается переливание только одногруппной крови.

Таблица 6. **Группы крови человека**

Группы крови	**Антигены**	**Антитела**
0(I)	*Отсутствуют*	α β
A(II)	A	β
B(III)	B	α
AB(IV)	AB	*Отсутствуют*

Группа крови — генетически наследуемый признак, который в течение жизни не меняется. На Земле больше всего людей, имеющих I группу крови, а меньше всего — IV.

Резус-фактор. Кроме группы, при переливании крови учитывают **резус-фактор (Rh).** Это особый белок, который, как и антигены А и В, встроен в мембрану эритроцитов. Приблизительно у 85 % европейцев этот белок есть, и они являются резус-положительными (Rh^+), а 15 % — резус-отрицательными (Rh^-).

Исключительно важным резус-фактор становится при переливании крови и в случае беременности. Резус-положительную кровь нельзя переливать людям, имеющим резус-отрицательную кровь. Если резус-отрицательная женщина вынашивает резус-положительный плод, то возникает **резус-конфликт**. Организм матери вырабатывает специфические антитела, которые разрушают эритроциты плода. В подобных случаях образовавшиеся в организме Rh^- женщины антитела устраняют путем специальной профилактики.

■ **Повторим главное.** В основе свертывания крови лежит процесс образования нерастворимого белка фибрина. ◆ По системе АВ0 различают 4 группы крови: 0(I), A(II), B(III) и AB(IV). ◆ Резус-фактор — это особый мембранный белок эритроцитов, встречающийся у 85 % людей. ◆ Кровь переливают с учетом группы крови и резус-фактора.



Ключевые вопросы. 1. Как происходит свертывание крови? **2.** Чем отличаются группы крови? **3.** Какие правила необходимо соблюдать при переливании крови? **4.** Что такое резус-фактор и почему его необходимо учитывать при переливании крови?

Сложные вопросы. 1. Свертываемость крови — защитная реакция организма, но бывают ситуации, когда кровь свертывается внутри сосудов. Чем это опасно? **2.** Изменится ли свертываемость крови у боксеров-профессионалов, вступающих в поединок? Почему?

§ 25. Анализ крови. Заболевания крови

- **Вспомните.** Почему независимо от природы заболевания врачи направляют пациентов на сдачу общего (клинического) анализа крови?
- **Как вы думаете?** Почему забор крови для анализа производят утром натощак?
- **Вы узнаете** о показателях общего (клинического) и биохимического анализов крови; о наиболее распространенных заболеваниях крови.

Анализ крови — надежный метод медицинского исследования, позволяющий правильно поставить диагноз и назначить лечение. Для точности результатов анализ крови обычно сдается утром натощак.

Общий (клинический) анализ крови дает представление о содержании эритроцитов, гемоглобина, тромбоцитов и лейкоцитов. Ценным показателем общего анализа крови является скорость оседания эритроцитов (СОЭ), повышение которой позволяет судить о наличии в организме патологического (воспалительного) процесса. В норме СОЭ у мужчин составляет 3—9 мм/ч, у женщин — 7—12 мм/ч.

> **Это интересно.** Кровь для общего анализа чаще всего берут из безымянного пальца, так как его внутренняя оболочка не соединена с оболочками кисти. Если через безымянный палец случайно занести инфекцию, она не распространится на всю руку.

Для **биохимического анализа** кровь обычно берут из локтевой вены. Данный метод лабораторной диагностики позволяет оценить работу печени, почек и поджелудочной железы. С его помощью можно получить информацию об обмене жиров, белков и углеводов, а также установить потребность организма в микроэлементах.

При наличии подозрения на нарушение функций желез внутренней секреции проводится **гормональный анализ** крови. А для выявления

вируса иммунодефицита, всех видов гепатита, кори, краснухи назначается **иммунологический анализ** крови.

Заболевания крови сопровождаются изменением числа, строения и свойств различных компонентов крови.

Одним из часто встречающихся симптомов различных патологических состояний является **анемия**. Ее причиной могут стать инфекционные заболевания, кровопотери, недостаток железа и витаминов в пище. При анемии в крови отмечается низкий уровень гемоглобина и эритроцитов. Бледность кожи, головная боль, общая слабость и повышенная утомляемость — наиболее типичные признаки анемии.

> **Это интересно.** Для стимуляции кроветворения рекомендуют использовать *гематоген*, который продается в аптеках. Он производится из сухой крови крупного рогатого скота и содержит железо, белки, углеводы, жиры и витамины в соотношении, сходном с составом крови человека.



Рис. 47. Эритроциты: справа — при серповидно-клеточной анемии

Присутствие в крови эритроцитов, похожих на серп, свидетельствует о наследственном заболевании **серповидно-клеточная анемия** (рис. 47). Из-за неправильной формы такие эритроциты обладают пониженной способностью к переносу кислорода, закупоривают мелкие кровеносные сосуды. Серповидно-клеточная анемия может приводить к слепоте, легочной или почечной недостаточности.

Серьезную опасность для здоровья человека представляет **лейкоз (лейкемия)**. Это обширная группа злокачественных заболеваний, для которых характерно увеличение числа незрелых лейкоцитов, не способных полноценно выполнять свои функции (рис. 48). Атипичные лейкоциты замещают в костном мозге нормально созревающие эритроциты и тромбоциты. В результате больные лейкозом страдают не только от инфекционных осложнений, но и от анемии, а также от плохой свертываемости крови.

Под воздействием повышенных доз ионизирующего излучения развивается **лучевая болезнь**. Это заболевание протекает с поражением кроветворной, пищеварительной, покровной, эндокринной, нервной и других систем организма. Отличительной чертой лучевого воздействия является отсутствие в момент поражения каких-либо болевых или неприятных

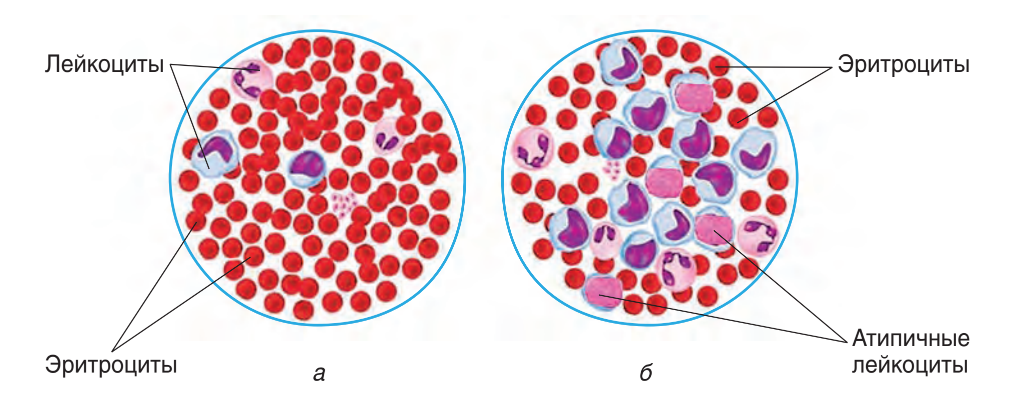


Рис. 48. Отличительные особенности крови здорового человека (*а*) от крови больного острым лейкозом (*б*)

ощущений. Чаще всего лучевая болезнь протекает в форме выраженного угнетения кроветворения.

Смертельно опасен **сепсис** (заражение крови). Это крайне тяжелое инфекционное заболевание, вызванное попавшими в кровь болезнетворными микроорганизмами. При сепсисе воспалительный процесс захватывает не отдельный орган, а весь организм.

■ **Повторим главное.** Общий, биохимический, гормональный и иммунологический анализы крови — информативные и надежные методы лабораторной диагностики. ◆ Анализ крови сдают утром натощак. ◆ Заболевания крови — большая и разнородная группа нарушений. Наиболее опасны из них анемии, лейкозы, гемофилия, лучевая болезнь и сепсис. ◆ Новейшие медицинские технологии и фармакологические препараты помогают сегодня многим больным успешно справляться с ранее неизлечимыми заболеваниями крови.

? **Ключевые вопросы. 1.** Почему кровь называют «зеркалом организма»? **2.** Какую информацию дают врачу общий и биохимический анализы крови? **3.** Какие болезни связаны с аномалиями клеток крови? Аномалиями плазмы крови? С попаданием в кровь болезнетворных микроорганизмов?

Сложные вопросы. 1. Почему содержание гемоглобина в крови новорожденного превышает уровень гемоглобина в крови взрослого человека? **2.** Почему у ребенка к концу 2-го года жизни количество гемоглобина падает до 20 %, а затем снова достигает нормы?

§ 26. Иммунная система

- **Вспомните.** Что вам известно об иммунитете?
- **Как вы думаете?** Почему владельцы собак никогда не болеют собачьей «чумкой»?
- **Вы узнаете,** как осуществляется клеточный и гуморальный иммунитет, чем отличаются врожденный и искусственный иммунитет.

Антигены и антитела. Организм человека постоянно подвергается атакам со стороны генетически чуждых ему веществ — **антигенов**. Антигенными свойствами обладают бактерии, вирусы, чужеродные белки. Любое вещество, против которого организм начинает вырабатывать антитела, является антигеном.

Первой линией обороны организма на пути антигенов оказываются **кожа** и **слизистые оболочки**. Они являются не только физической, но и надежной биологической преградой. В слюне, секретах потовых и сальных желез содержатся вещества, губительные для возбудителей многих заболеваний. Несмотря на это, существует огромное количество потенциально опасных для здоровья человека микроорганизмов. В первую очередь речь идет о возбудителях *инфекционных болезней*, которые легко передаются от зараженного человека здоровому.

Для каждого вида заболеваний существуют свои входные ворота инфекции: кожные покровы, слизистые оболочки дыхательных путей, желудочно-кишечного тракта, мочеполовых органов и др. Например, холерный вибрион проникает в организм через пищеварительную систему, так как кожа является для него непреодолимым препятствием.

Еще одной особенностью инфекционных болезней является наличие инкубационного периода. Это интервал времени от момента заражения до появления первых симптомов заболевания. Его длительность может быть от нескольких часов до нескольких дней, реже месяцев или даже лет.

Иммунная система. Второй линией обороны от вредоносных агентов является **иммунная система**, которая обеспечивает формирование **иммунитета**. В состав иммунной системы входят красный костный мозг, вилочковая железа (тимус), лимфатические узлы, селезенка и некоторые другие органы (рис. 49).

С точки зрения механизмов реализации защитной реакции можно выделить клеточный и гуморальный виды иммунитета.

Клеточный иммунитет, как следует из названия, обеспечивается клетками иммунной системы — лейкоцитами. Одни из них фагоцити-

руют (поглощают и переваривают) чужеродные вещества и микроорганизмы, другие эффективны в борьбе с вирусами.

Значимым средством иммунной защиты является *гуморальный* иммунитет. Его обеспечивают специальные белки плазмы крови — антитела. Они препятствуют размножению возбудителей инфекционных заболеваний и нейтрализуют выделяемые ими токсические вещества. Благодаря антителам человек обладает полной невосприимчивостью ко многим заболеваниям.

Клеточный и гуморальный иммунитет взаимосвязаны и действуют в функциональном содружестве.



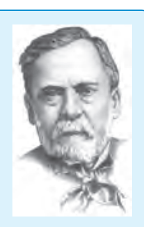
Рис. 49. Органы иммунной системы

Виды иммунитета. По происхождению различают врожденный и приобретенный иммунитет. **Врожденный** иммунитет — это наследственно закрепленная невосприимчивость одного биологического вида к возбудителям, вызывающим заболевания у других видов. Примером такого иммунитета является невосприимчивость человека к чуме крупного рогатого скота.

Под **приобретенным** иммунитетом понимают способность организма обезвреживать микроорганизмы, с которыми он сталкивался прежде. Различают естественный и искусственный приобретенный иммунитет. *Естественный* иммунитет появляется после перенесенного заболевания и сохраняется в течение длительного времени. Он тесно связан со способностью лейкоцитов хранить информацию о ранее действовавших антигенах. В последующем эта информация позволяет иммунной системе быстро распознавать «старых знакомых» и встречать их во всеоружии. Вот почему люди, перенесшие в детстве коклюш, корь, обычно не заболевают ими повторно.

Искусственный иммунитет бывает активным и пассивным. *Активный* иммунитет вырабатывается в результате **вакцинации**, или **прививки**. Суть этой процедуры заключается во введении в организм здорового человека ослабленных или убитых возбудителей какого-либо заболевания. Вакцинация против полиомиелита, кори, коклюша, дифтерии спасла и продолжает спасать миллионы человеческих жизней.

▲ **Известные ученые.** Заслуга разработки принципов создания лечебных вакцин и их введение в медицинскую практику принадлежит французскому ученому Луи Пастеру (1822—1895). Пастер, раскрыв микробиологическую сущность многих болезней человека, стал одним из основоположников микробиологии и иммунологии.



Пассивный иммунитет возникает при введении в организм лечебных сывороток с уже готовыми антителами. Этот вид иммунитета формируется довольно быстро, но сохраняется непродолжительное время. Сыворотку получают из крови животных, которым постепенно вводят возрастающие дозы микроорганизмов или их токсинов.

Факторы, влияющие на иммунитет. Нарушение функций иммунной системы может быть связано с неправильным питанием, переутомлением и наличием вредных привычек.

При нерациональном питании, нехватке микроэлементов и витаминов защитные силы организма существенно ослабевают. Этим объясняется традиционное снижение иммунитета в осенне-зимний период.

Бактериальные и вирусные инфекции, усталость, стрессы, недосыпания существенно снижают устойчивость нашего организма к любым воздействиям. Употребление алкоголя и курение разрушают иммунитет и укорачивают жизнь. В значительной степени ослаблению иммунитета способствует и проживание в экологически неблагоприятных условиях.

■ **Повторим главное.** Иммунитет обеспечивается клетками крови (главным образом лейкоцитами) и вырабатываемыми ими специальными белками — антителами. ◆ Различают врожденный и приобретенный иммунитет, а также естественный и искусственный иммунитет. ◆ Искусственный иммунитет может быть активным (после вакцинации) и пассивным (возникает после введения лечебной сыворотки).

Ключевые вопросы. 1. Какие функции выполняет иммунная система? **2.** Что такое антиген? Антитело? **3.** В чем сходство и различия между клеточным и гуморальным иммунитетом? **4.** Чем отличается врожденный иммунитет от приобретенного? **5.** Как вырабатывают искусственный иммунитет? **6.** Какие факторы способствуют снижению иммунитета?

Сложные вопросы. 1. Почему возбудитель дифтерии погибает, если его поместить в пробирку с кровью человека, переболевшего этим заболеванием? **2.** Английский врач Эдвард Дженнер провел эксперимент: внес в царапину на теле восьмилетнего мальчика содержимое оспенного гнойничка женщины, переболевшей коровьей оспой. Через полтора месяца заболел натуральной оспой отец мальчика, а ребенок остался здоров. Почему заражение коровьей оспой предохранило ребенка от заболевания натуральной оспой? **3.** Чужеродный белок, введенный непосредственно в кровь, запускает иммунную реакцию организма. Почему при его попадании в пищеварительную систему иммунный ответ не возникает?

ПОДВЕДЕМ ИТОГИ

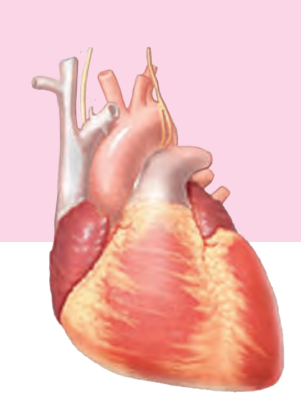
Внутренняя среда организма состоит из тканевой (межклеточной) жидкости, крови и лимфы. Постоянство внутренней среды является обязательным условием независимого существования организма.

Кровь выполняет множество жизненно важных функций. Входящие в ее состав эритроциты переносят кислород и углекислый газ. Лейкоциты защищают организм от болезнетворных микроорганизмов, тромбоциты принимают участие в свертывании крови.

При переливании крови учитывают группу крови и резус-фактор.

В медицинской практике широко используют общий, биохимический, гормональный и иммунологический анализы крови. Они позволяют исследовать содержание и строение форменных элементов, а также состав и свойства плазмы крови. Анализ крови существенно облегчает постановку диагноза и выбор лечения.

Благодаря иммунитету организм надежно защищен от многих болезнетворных микроорганизмов. Иммунная система практически безошибочно распознает потенциально опасных возбудителей и уничтожает их.



Глава 7
Сердечно-сосудистая система

Вы узнаете

- *о строении, функциях и регуляции органов кровообращения;*
- *об автоматии сердца;*
- *причины сердечно-сосудистых заболеваний и способы их профилактики.*

Вы научитесь

- *объяснять связь между строением и функциями органов кровообращения;*
- *подсчитывать пульс и измерять артериальное давление;*
- *оказывать первую помощь при кровотечениях.*

Оптимальные условия жизнедеятельности клеток поддерживаются за счет непрерывной циркуляции крови, тканевой жидкости и лимфы.

Движение крови обеспечивается работой главного органа кровообращения — **сердца**. Благодаря его ритмическим сокращениям кровь доставляет кислород и питательные вещества к органам и тканям и забирает из них углекислый газ и конечные продукты обмена веществ.

Кровообращение тесно связано с лимфообращением. Лимфатическая система очищает тканевую жидкость от чужеродных веществ и погибших клеток и возвращает ее в кровь. В отличие от сердечно-сосудистой системы лимфатическая система незамкнутая и лишена центрального «насоса».

§ 27. Строение и функции сердца

- **Вспомните.** Сколько камер насчитывается в сердце рыб? Земноводных? Пресмыкающихся? Птиц? Млекопитающих?
- **Как вы думаете?** Будет ли принципиально отличаться по своим функциям сердце у разных представителей класса Млекопитающие?
- **Вы узнаете** характерные особенности строения сердца человека; что такое автоматия сердца и сердечный цикл.

Строение сердца. **Сердце** — это полый мышечный орган, расположенный в грудной полости позади грудины, чуть влево от нее. По форме оно напоминает конус, основание которого направлено вверх, а верхушка — вниз.

> **Это интересно.** Масса сердца взрослого человека составляет около 300 г. Его средние размеры: длина — 13 см, ширина в основании — 10 см, переднезадний размер — 7 см. Чтобы представить размеры своего сердца, сожмите пальцы в кулак и приложите его к середине груди.

Снаружи сердце покрыто тонкой, но прочной оболочкой — **околосердечной сумкой.** Внутри околосердечной сумки находится жидкость, увлажняющая сердце и уменьшающая трение при его сокращениях.

В стенке сердца различают три слоя. Тонкий наружный слой — **эпикард** — образован соединительной тканью. Толстый средний — **миокард** — представлен поперечнополосатой мышечной тканью. И, наконец, тонкий внутренний слой — **эндокард** — состоит из однослойного плоского эпителия.

Сплошная перегородка делит сердце на две половины. Каждая из них содержит **предсердие** и **желудочек**, которые отделены друг от друга створчатым клапаном (рис. 50). В правой половине сердца находится *трехстворчатый* клапан, а в левой — *двустворчатый*.

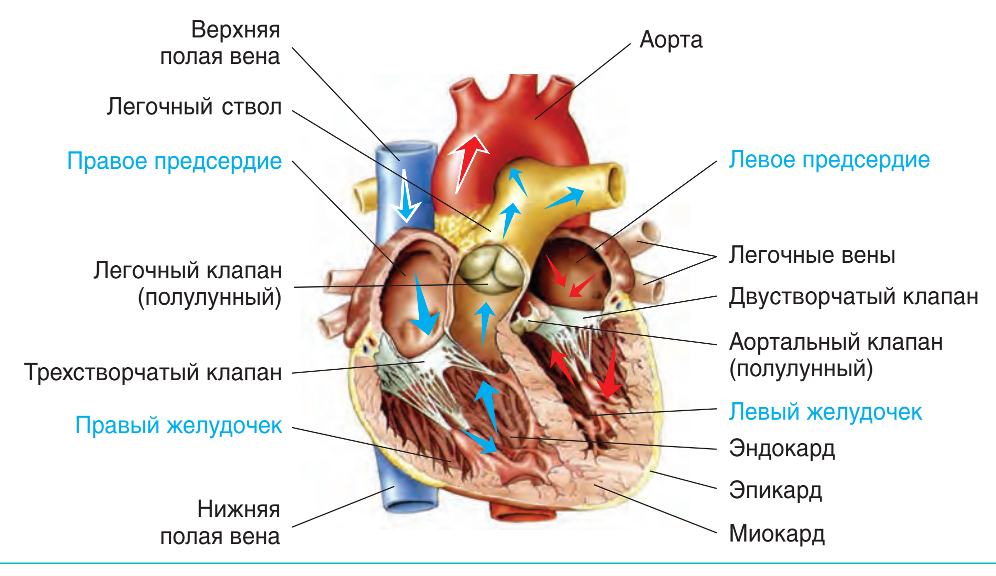


Рис. 50. Строение сердца (продольный разрез)

Во время сокращения предсердий оба клапана открыты и кровь беспрепятственно выталкивается в желудочки. Как только начинают сокращаться желудочки, створки клапанов захлопываются, что исключает движение крови в обратном направлении в предсердия.

Между правым желудочком и отходящей от него легочной артерией, а также между левым желудочком и аортой также имеются клапаны. Из-за своей формы они получили название *полулунных* (см. рис. 50). При сокращении желудочков полулунные клапаны открываются, и кровь беспрепятственно попадает в легочную артерию и аорту. С падением внутрижелудочкового давления кармашки, образующие полулунные клапаны, заполняются возвратным током крови и плотно смыкаются. Тем самым клапаны обеспечивают ток крови только в одном направлении.

Мышечные стенки желудочков значительно толще и сильнее стенок предсердий. Наибольшую толщину имеет стенка левого желудочка.

Автоматия сердца. Сердце обладает способностью к **автоматии** — ритмическому сокращению без внешних раздражений. Это один из немногих органов, сокращающихся под влиянием собственных электрических импульсов. Импульсы, заставляющие сердце совершать механическую работу, генерирует *синусно-предсердный узел*. Он образован особыми мышечными клетками и расположен в месте впадения верхней и нижней полых вен в правое предсердие (рис. 51).

Электрические процессы, сопровождающие работу сердца, можно зарегистрировать с помощью специальной инструментальной методики исследования — **электрокардиографии** (рис. 52). Использование электрокардиографии позволяет диагностировать малейшие нарушения в деятельности сердца.

Работа сердца характеризуется постоянным чередованием сокращения и расслабления предсердий и желудочков. Период, охватывающий одно сокращение **(систола)** и расслабление **(диастола)** сердца, называется *сердечным циклом* (рис. 53). При частоте сердечных сокращений 75 ударов в минуту продолжительность одного сердечного цикла составляет 0,8 с. Из этого времени систола предсердий занимает 0,1 с, а систола желудочков — 0,3 с. Наступающая вслед за ними общая пауза длится столько же, сколько систола

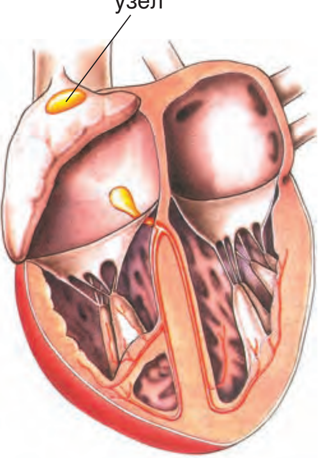


Рис. 51. Проводящая система сердца

предсердий и желудочков вместе взятые. Этим объясняется способность сердечной мышцы сокращаться, не утомляясь, в течение всей жизни.

Механическая работа сердца сопровождается характерными звуками — **тонами**. При патологии характер тонов меняется, что позволяет врачу поставить соответствующий диагноз.

В состоянии покоя сердце взрослого человека в течение одной минуты перекачивает около 4—5 л крови. При физической нагрузке минутный объем крови у здорового нетренированного человека увеличивается до 15—20 л, а у спортсменов до 30—40 л.



Рис. 52. Электрокардиография

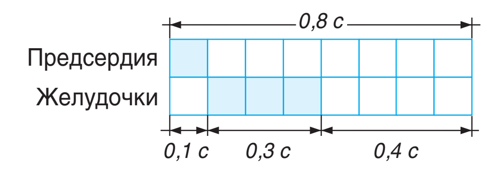


Рис. 53. Сердечный цикл

■ **Повторим главное.** Сердце неустанно перекачивает кровь по всему организму. ◆ Сердце находится в тонком соединительнотканном мешке — околосердечной сумке, заполненной серозной жидкостью. ◆ У человека четырехкамерное сердце. Перегородкой оно разделено на две половины, каждая из которых состоит из предсердия и желудочка. ◆ В сердце имеются створчатые и полулунные клапаны, обеспечивающие однонаправленное движение крови. ◆ Сокращается сердце в автоматическом режиме под влиянием нервных импульсов, возникающих в нем самом. ◆ Сердечный цикл состоит из трех фаз: систолы предсердий, систолы желудочков и общей паузы, во время которой сердце отдыхает.

? **Ключевые вопросы.** **1.** Как сократительная функция сердца связана с поддержанием относительного постоянства внутренней среды организма? **2.** Какое строение имеет сердце? С чем связано различие в толщине стенок предсердий и желудочков? **3.** Где находятся и какую функцию выполняют створчатые и полулунные клапаны сердца? **4.** Что понимают под автоматией сердца? **5.** Как долго длится в течение одного сердечного цикла диастола предсердий? Желудочков? **6.** Чем объясняется способность сердечной мышцы сокращаться, не проявляя признаков утомления, в течение всей жизни человека? **7.** Опытный врач может поставить точный диагноз, прослушав сердце фонендоскопом (медицинский прибор для прослушивания сердца и легких). Какие звуки он слушает? С чем связано возникновение этих звуков?



Сложные вопросы. 1. Какие преимущества дает разделение сердца на предсердия и желудочки? **2.** Чем опасно неполное смыкание створчатых клапанов во время сокращения желудочков? **3.** Благодаря какой особенности строения сердца возникающее в нем возбуждение быстро распространяется по миокарду? **4.** За счет чего сердце спортсмена обладает более высокой производительностью? **5.** Сколько раз за 75 лет жизни сокращается сердце? Много ли времени это занимает и какая его часть приходится на общую паузу?

§ 28. Сосудистая система

- **Вспомните.** Какие типы кровеносных систем вам известны? Какой тип кровеносной системы связан с необходимостью появления тканевой жидкости?
- **Как вы думаете?** Как можно определить наличие, силу и ритм сердечных сокращений у потерявшего сознание человека?
- **Вы узнаете** о характерных особенностях организации малого и большого кругов кровообращения.

Строение кровеносных сосудов. Кровеносные сосуды в организме человека представлены артериями, капиллярами и венами. Стенки артерий и вен имеют трехслойное строение (рис. 54). Их наружный слой образован рыхлой соединительной тканью, средний — гладкомышечной, а внутренний представлен эпителиальными клетками.

Артериями называются кровеносные сосуды, по которым кровь течет от сердца к органам. Они имеют хорошо выраженный средний мышечный слой, что позволяет им выдерживать достаточно высокое давление.

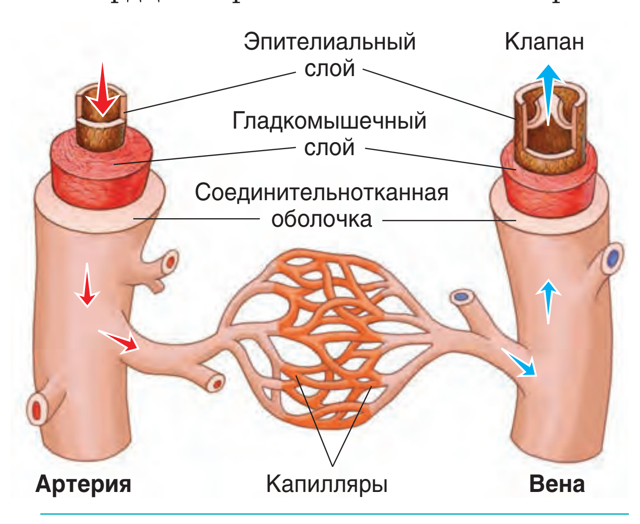


Рис. 54. Строение кровеносных сосудов

По **венам** кровь движется к сердцу. Кровь в венах течет под небольшим давлением, поэтому их средняя мышечная оболочка значительно тоньше. Внутренняя поверхность многих вен имеет *полулунные клапаны*, препятствующие обратному току крови.

Капилляры соединяют артерии и вены между собой. Это самые тонкие кровеносные сосуды. Их стенка состоит

из одного слоя неплотно примыкающих друг к другу плоских эпителиальных клеток. Такое строение позволяет капиллярам решать главную задачу кровообращения — обмен газами и различными веществами между кровью и тканевой жидкостью.

▶ **Это интересно.** Просвет кровеносного капилляра в 10 раз меньше толщины волоса. Общее число капилляров в организме человека более 40 млрд, а длина — около 100 тыс. км. Если все капилляры вытянуть в одну линию, то ими можно обмотать земной шар по экватору 2,5 раза.

Круги кровообращения. Движение крови происходит по двум замкнутым системам сосудов — малому и большому кругам кровообращения.

Малый круг кровообращения (рис. 55) начинается от правого желудочка. Из него кровь выталкивается в *легочный ствол*, который делится на две артерии. В легких артерии ветвятся на сосуды все меньшего диаметра вплоть до капилляров. Следуя через капилляры, кровь теряет углекислый газ и насыщается кислородом (превращается в артериальную). По легочным венам артериальная кровь попадает в левое предсердие сердца, которым малый круг заканчивается.

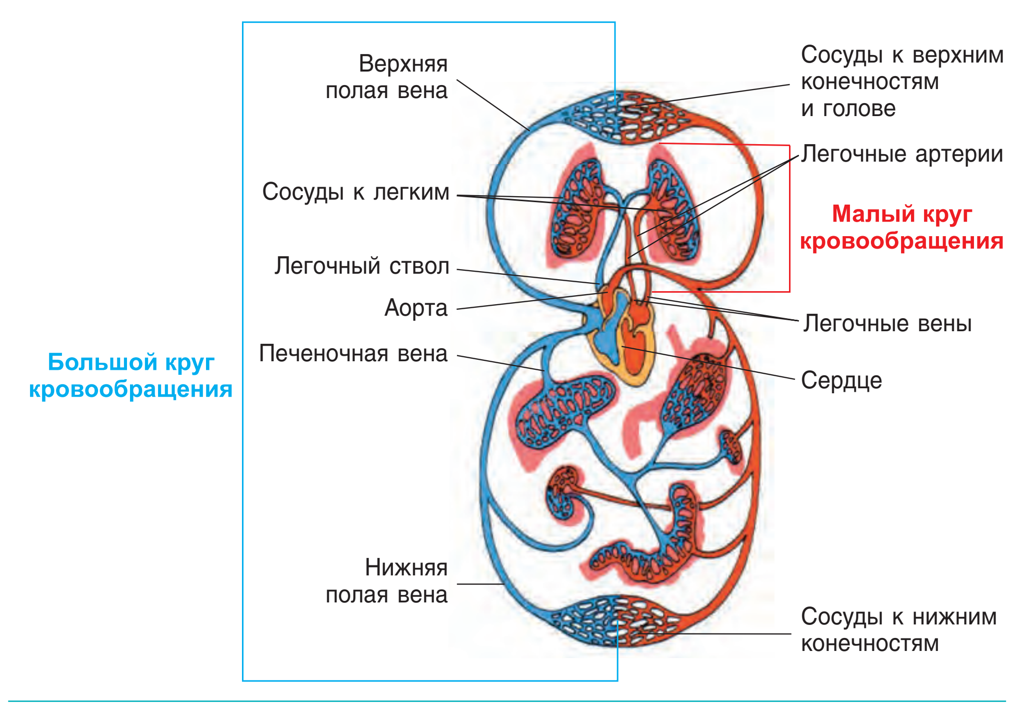


Рис. 55. Схема кругов кровообращения

Большой круг кровообращения служит для доставки кислорода и питательных веществ ко всем органам и тканям. Начинается он от левого желудочка сердца самым крупным сосудом в организме человека — *аортой*. Из аорты артериальная кровь поступает в крупные артерии. Они несут кровь к голове, верхним и нижним конечностям, туловищу и внутренним органам. Разветвляясь, артерии образуют обширные сети капилляров. Проходя по ним, кровь отдает тканям кислород и питательные вещества и отводит от них углекислый газ и конечные продукты обмена (превращается в венозную).

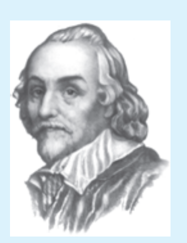
Заканчивается большой круг кровообращения *верхней* и *нижней полыми венами*, впадающими в правое предсердие. По верхней полой вене к сердцу притекает кровь от головы, шеи, верхней половины туловища и верхних конечностей. Нижняя полая вена несет в сердце кровь от нижней половины туловища, органов брюшной полости и нижних конечностей.

Непрерывно работающее сердце нуждается в постоянном питании. Эту задачу решает **сердечный круг кровообращения**. Он представлен выходящими из аорты артериями, которые образуют на поверхности сердца сосудистое сплетение, напоминающее корону, или венец. Поэтому их называют *коронарными* или *венечными* артериями. Все вены сердца собираются в один общий сосуд, впадающий в правое предсердие.

▶ **Это интересно.** У человека, находящегося в состоянии покоя, часть крови не участвует в циркуляции. Она находится в так называемых «кровяных депо» — печени, селезенке и коже. В селезенке накапливается около 500 мл крови, которая почти полностью выключена из общего кровотока. А кровь, содержащаяся в печени и подкожном сосудистом сплетении (примерно 1 л), движется в 10—20 раз медленнее, чем в других кровеносных сосудах. При мышечной работе или острой кровопотере кровь из «депо» поступает в сосудистое русло.

Движение крови по сосудам происходит в полном соответствии с физическими законами и зависит от давления, создаваемого сердцем во время сокращения, силы трения крови о стенки сосудов и некоторых других факторов.

▲ **Известные ученые.** Движение крови по сосудам исследовал английский ученый Уильям Гарвей (1578—1657). Он привел убедительные доказательства, согласно которым именно сердце перекачивает кровь, заставляя ее двигаться по замкнутому циклу. Замкнутость кровообращения Гарвей (см. рис.) объяснял соединением артерий и вен посредством мелких, неразличимых глазом трубочек (капилляров). Они были открыты после его смерти итальянским ученым М. Мальпиги.



Уровень *артериального давления* меняется в зависимости от фазы сердечного цикла. Во время систолы желудочков он максимальный, а во время диастолы — минимальный. Величину артериального давления измеряют в плечевой артерии с помощью механического или электронного прибора — тонометра (рис. 56). У здорового взрослого человека максимальное (систолическое) давление равно 110—120 мм рт. ст., а минимальное (диастолическое) — 70—80 мм. Повышение давления в сосудистой системе получило название **гипертензии**, а снижение — **гипотензии**.



Рис. 56. Тонометр

Пульс. Во время изгнания крови из левого желудочка давление в аорте резко возрастает. Возникающие в результате этого колебания стенки аорты распространяются далее и затухают на уровне капилляров. Периодические колебания стенок сосудов, вызванные изменениями давления крови в течение одного сердечного цикла, называются **артериальным пульсом**. Пульс можно прощупать в местах, где крупные артерии близко подходят к коже. Легче всего его найти на шее, предплечьях, висках, запястье (рис. 57).

У здоровых взрослых людей частота пульса соответствует частоте сердечных сокращений и равна 60—80 ударам в минуту. Пульс позволяет также судить о скорости, силе и ритме сердечных сокращений.

Несмотря на то что кровь поступает в аорту и легочную артерию порциями, по сосудам она течет непрерывной струей. Это обусловлено упругостью стенок артерий и значительным сопротивлением току крови в мелких сосудах.

Наибольшая скорость тока крови отмечается в аорте (0,5 м/с), а наименьшая — в капиллярах (0,5 мм/с). Столь медленное течение крови в капиллярах имеет большой физиологический смысл. Как вы думаете какой?

Возвращению крови к сердцу способствуют сокращения скелетных мышц. Они сдавливают вены,



Рис. 57. Определение пульса

обеспечивая тем самым продвижение крови по направлению к сердцу. Весомый вклад в венозный возврат крови также вносит присасывающее действие грудной клетки.

■ **Повторим главное.** Стенки артерий и вен состоят из трех слоев, а стенка капилляра образована всего одним слоем клеток. ◆ Обмен веществами между кровью и тканями осуществляется на уровне капилляров. ◆ Движение крови происходит по двум замкнутым системам — малому и большому кругам кровообращения. ◆ Динамику кровообращения определяют давление, создаваемое сердцем во время его сокращения, и сопротивление сосудов.

? **Ключевые вопросы. 1.** Как строение кровеносных сосудов связано с их функциями? **2.** Опишите движение крови по малому кругу кровообращения. **3.** Назовите ключевые «станции» на пути следования крови по большому кругу кровообращения. **4.** Какую функцию выполняет сердечный круг кровообращения? **5.** Что такое артериальное давление? От чего оно зависит? **6.** Как возникает пульс? Почему кровь течет по артериям непрерывной струей?

Сложные вопросы. 1. Артерии залегают несколько глубже вен. Какое значение имеет подобное расположение кровеносных сосудов? **2.** Могут ли капилляры менять свой диаметр? Обоснуйте свой ответ. **3.** Почему в венах нижних конечностей есть клапаны, а в венах головного мозга и шеи их нет? **4.** Почему во время выполнения фигур высшего пилотажа летчик может потерять сознание? **5.** В период внутриутробного развития между предсердиями имеется отверстие — овальное окно. Почему оно открыто у плода и закрывается после рождения?

§ 29. Регуляция кровообращения. Первая помощь при кровотечениях

- **Вспомните.** Из каких отделов состоит автономная нервная система? Какое влияние эти отделы оказывают на работу сердца?
- **Как вы думаете?** В связи с чем кровотечения представляют смертельную угрозу жизни человека?
- **Вы узнаете** о нейрогуморальном механизме регуляции деятельности сердца и сосудистого тонуса; о приемах оказания первой помощи при кровотечениях.

Как вы уже знаете, сердце сокращается под влиянием импульсов, возникающих в нем самом. Наличие автоматии позволяет сердцу относительно самостоятельно определять частоту и силу своих сокращений. Несмотря на способность к саморегуляции, сердце является послушным

исполнителем указаний нервной системы и желез внутренней секреции. Благодаря нейрогуморальным механизмам регуляции деятельность сердца максимально эффективно приспосабливается к потребностям организма и условиям его существования.

Нервная регуляция наиболее быстро и точно подстраивает силу и частоту сердечных сокращений к текущим запросам организма. Свои влияния она оказывает через симпатический и парасимпатический отделы автономной нервной системы. Стимуляция направляющихся к сердцу симпатических нервов усиливает и учащает его сокращения, а раздражение блуждающего нерва замедляет и ослабляет их.

Важную роль в регуляции сосудистого тонуса и артериального давления играет **сосудодвигательный центр** продолговатого мозга. Его влияния осуществляются преимущественно симпатическими нервными волокнами. Повышение частоты импульсов в них приводит к сокращению гладкомышечных волокон, входящих в состав стенок сосудов. Соответственно просвет кровеносных сосудов уменьшается, и объем проходящей через него крови падает. Уменьшение числа импульсов, следующих по симпатическим нервным волокнам к кровеносным сосудам, дает обратный эффект.

● **Историческая справка.** Основы учения о регуляции кровообращения были заложены французским физиологом Клодом Бернаром. В 1851 г. он установил, что перерезка шейных симпатических нервов вызывает расширение сосудов уха у кролика. Последующее раздражение перерезанного нерва электрическим током сопровождалось сужением кровеносных сосудов.

Гуморальная регуляция. Функциональное состояние сердца и гладких мышц кровеносных сосудов находится под контролем биологически активных веществ. Наиболее существенный вклад в гормональную регуляцию сердечной деятельности вносят гормоны *адреналин* и *норадреналин*. Их высвобождение из мозгового вещества надпочечников сопровождается учащением и усилением сокращений сердца.

Адреналин и норадреналин оказывают выраженное действие не только на работу сердца, но и на тонус сосудов. Они сужают сосуды кожи, органов брюшной полости и легких и расширяют сосуды сердца, головного мозга и скелетных мышц.

Первая помощь при кровотечениях. Большая потеря крови представляет прямую угрозу жизни человека. Быстрое и значительное уменьшение объема циркулирующей крови незамедлительно приводит



Рис. 58. Виды наружного кровотечения

к падению кровяного давления. В результате нарушается кровоснабжение головного мозга, сердечной мышцы, печени и почек.

Различают наружные и внутренние кровотечения. При *наружном* кровотечении нарушается целостность кожных покровов и кровь поступает во внешнюю среду (рис. 58). Небольшие, поверхностные кровотечения обычно не требуют медицинского вмешательства. Запускается механизм свертывания крови, и кровотечение прекращается. Обладая соответствующей подготовкой, несложно справиться и с более тяжелыми случаями наружного кровотечения (табл. 7).

Таблица 7. **Оказание первой помощи при кровотечениях**

Вид кровотечения	Признаки	Первая помощь
Наружное 1. Гематома	Повреждение сосудов с выходом крови в окружающие ткани. Проявляется болезненной припухлостью, синяком	Прижмите к ушибленному месту любой холодный предмет. Холод способствует сужению кровеносных сосудов и уменьшению боли
2. Капиллярное	Точечное, медленное выделение крови	Промойте пораженный участок перекисью водорода, смажьте края раны йодом, наложите чистую марлевую повязку

Продолжение

Вид кровотечения	Признаки	Первая помощь
3. Венозное	Кровь вытекает ровной струей темно-красного цвета с синеватым оттенком	Поднимите конечность выше уровня сердца, чтобы уменьшить приток крови. Наложите на рану давящую повязку — чистую ткань или компресс из бинта, туго обмотайте и завяжите концы повязки. Если рана продолжает кровоточить, наложите поверх первой повязки еще одну
4. Артериальное	Кровь вырывается из раны пульсирующей ярко-алой струей	Прижмите артерию пальцем выше места ранения. Вызовите «скорую помощь». Придайте конечности возвышенное положение и наложите на рану давящую повязку. Если кровотечение продолжается, наложите поверх первой повязки еще одну и жгут выше места ранения. Если конечность синеет или немеет, слегка ослабьте повязку и жгут
Внутреннее	Болезненность в области травмы, частое дыхание, бледность, тошнота и рвота, неутолимая жажда, кровотечение изо рта и носа. Измененное состояние сознания	Создайте пострадавшему абсолютный покой. Не давайте ему пить и есть. Вызовите «скорую медицинскую помощь». Наложите на область травмы холодный компресс
Носовое	Вытекание крови из носовых ходов	Предложите пострадавшему сесть и слегка наклонить голову вперед. Попросите его зажать пальцами крылья носа. Наложите на область переносицы холодный компресс

■ **Повторим главное.** Работа сердца и просвет кровеносных сосудов находятся под постоянным контролем нервных механизмов регуляции. ◆ При повышении тонуса симпатического отдела автономной нервной системы частота и сила сердечных сокращений возрастают. ◆ Возбуждение парасимпатического отдела приводит к снижению частоты и силы сердечных сокращений. ◆ В отличие от сердца регуляция функционального состояния сосудов осуществляется главным образом симпатической нервной системой. Меняя частоту импульсов в своих нервных волокнах, она может увеличивать или уменьшать просвет кровеносных сосудов. ◆ Существенный вклад в регуляцию сердечно-сосудистой системы вносят железы внутренней секреции. Так, гормоны адреналин и норадреналин заставляют сердце сокращаться чаще и сильнее. Кроме того, они сужают кровеносные сосуды кожи и кишечника и расширяют сосуды в работающих мышцах. ◆ Смертельную опасность для жизни человека представляют обильные кровопотери, возникающие при повреждении крупных артерий. ◆ Своевременно и грамотно оказанная первая помощь может спасти чью-то жизнь.

? **Ключевые вопросы. 1.** Как осуществляется нервная регуляция деятельности сердечно-сосудистой системы? **2.** Какое влияние на сердце и просвет кровеносных сосудов оказывают биологически активные вещества? **3.** Как отличить капиллярное кровотечение от венозного? Опишите технику оказания первой помощи при венозном кровотечении. **4.** Перечислите характерные признаки артериального кровотечения. Почему именно оно представляет наибольшую опасность? Что необходимо делать при таком кровотечении? **5.** Почему при артериальном кровотечении жгут накладывают выше раны, а при венозном — ниже? Чем опасно неверное наложение жгута?

Сложные вопросы. 1. Почему представители разных народов мира считают, что человек радуется, любит и переживает сердцем? **2.** Найдите черты сходства и различия в нервной регуляции функционального состояния сердца и сосудов. **3.** Почему при значительной кровопотере учащаются пульс, дыхание, бледнеют кожные покровы и возникает ощущение жажды? **4.** Почему кровотечение из артерий кисти не требует обязательного наложения жгута? **5.** Как следует оказывать первую помощь при кровотечении из раны в области виска? Шеи?

§ 30. Гигиена сердечно-сосудистой системы



- **Вспомните** известные вам факторы риска сердечно-сосудистых заболеваний.
- **Как вы думаете?** Обладают ли расслабляющим действием выкуренная сигарета и выпитый алкоголь?
- **Вы узнаете** о сердечно-сосудистых заболеваниях и мерах их профилактики.

Сердечно-сосудистые заболевания лидируют среди причин преждевременной смерти во всем мире. Самое распространенное и опасное среди них — **атеросклероз.** Это хроническое заболевание, при котором на внутренней поверхности артерий формируются *атеросклеротические бляшки* (рис. 59). Основной причиной их возникновения является жировое перерождение стенок сосудов. Перекрывая просвет артерий, бляшки нарушают ток крови, в результате чего жизненно важные органы не получают в необходимых количествах кислород и питательные вещества. Еще больше ухудшает положение оседание на атеросклеротических бляшках тромбоцитов. Образовавшийся *тромб* может полностью закупорить сосуд и стать причиной некроза — гибели ткани.

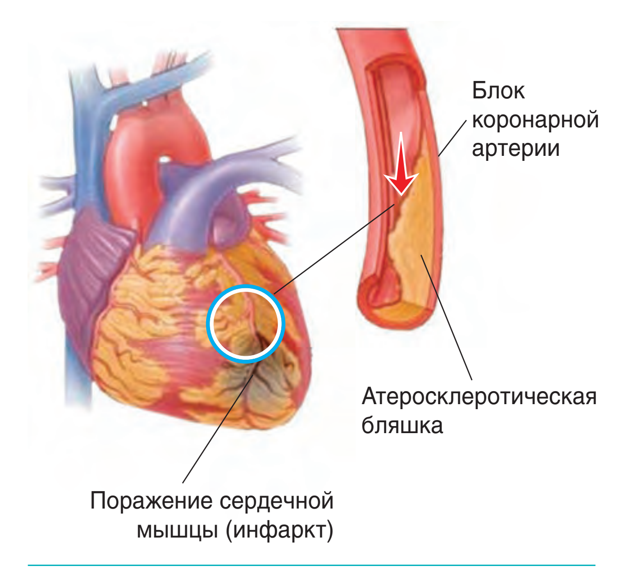


Рис. 59. Признаки атеросклероза и его последствия

> ▶ **Это интересно.** Риск возникновения атеросклероза существенно повышается при увеличении уровня холестерина в крови. Холестерин выполняет в организме целый ряд жизненно важных функций. Он играет существенную роль в пищеварении, причастен к синтезу витамина D, способствует поддержанию высокого уровня иммунитета. Но при этом холестерин способствует образованию атеросклеротических бляшек. Интересно, что от атеросклероза могут страдать и те, у кого уровень холестерина в норме. Очевидно, его высокое содержание является лишь одной из многочисленных причин данного заболевания. В число факторов риска атеросклероза входят ожирение, курение, сахарный диабет и гипертония.

Атеросклероз является одной из основных причин развития **ишемической болезни сердца (ИБС).** Наиболее характерный симптом ИБС — **стенокардия,** которая проявляется резкой болью в области груди из-за недостаточного кровоснабжения определенного участка сердца. Приступ стенокардии может спровоцировать физическая нагрузка, эмоциональное напряжение и даже прием пищи.

В наиболее тяжелых случаях ИБС приводит к поражению сердечной мышцы — **инфаркту миокарда** (см. рис. 59). Симптомы инфаркта — продолжительная, сжимающая, не проходящая после приема лекарств боль за грудиной. У больного отмечаются одышка, потливость, тошнота, головокружение, резкое снижение артериального давления, аритмия. В последние десятилетия инфаркт значительно «помолодел», то есть от него стали намного чаще страдать молодые люди.

Около 26 % взрослого населения земного шара страдает от **гипертонической болезни**. Она проявляется стойким повышением систолического и (или) диастолического давления (более 140/90 мм рт. ст.). Полагают, что в развитии гипертонии большую роль играет наследственность. Многократно увеличивают риск ожирение, курение и злоупотребление алкоголем.

При срывах ритма сердечных сокращений возникает патологическое состояние, известное как **аритмия**. Аритмия обусловлена нарушениями образования и проведения электрического импульса в сердце. Она может быть вызвана как функциональными нарушениями, так и тяжелыми поражениями сердца.

Второе место в структуре смертности от нарушений кровообращения занимают сосудистые заболевания головного мозга. Как правило, их причинами становятся атеросклеротические поражения мозговых сосудов и тяжелые черепно-мозговые травмы. Так, закупорка или разрыв мозговых артерий приводят к **инсульту**. Характерные признаки этого острого нарушения мозгового кровообращения — резкая слабость, нарушения речи и сознания, потеря ориентации во времени и пространстве. Весьма типична сильная головная боль, сопровождаемая тошнотой или рвотой.

Развитие сердечно-сосудистых заболеваний связывают с нерациональным питанием, чрезмерными психическими нагрузками, дефицитом двигательной активности и вредными привычками.

Физический труд, занятия спортом, танцами, пешие прогулки существенно уменьшают риск развития ИБС. У людей, ведущих активный образ жизни, артериальное давление соответствует норме, а частота сердечных сокращений даже ниже.

Существенным фактором риска развития ИБС врачи называют курение. Никотин вызывает мощный спазм кровеносных сосудов и повышает содержание в крови адреналина и норадреналина. Все вместе это ведет к увеличению частоты сердечных сокращений и повышению артериального давления. Подсчитано, что риск смерти от ИБС у курильщиков в 5 раз выше, чем у некурящих людей.

Не меньше чем курение опасно употребление спиртосодержащих напитков. Алкоголь поступает в кровь уже через несколько минут

после его приема и продолжает оставаться в ней длительное время. Как и никотин, алкоголь стимулирует выделение в кровь гормонов мозгового вещества надпочечников. В сердечной мышце любителей «зеленого змия» накапливается жир и уменьшается содержание белков. Это приводит к сердечной недостаточности, которая неуклонно прогрессирует и имеет крайне неблагоприятный прогноз.

Немаловажную роль в возникновении ИБС играет чрезмерное психоэмоциональное напряжение. Оно приводит к возникновению сильного и длительного возбуждения в структурах головного мозга. При стрессе возрастает активность симпатического отдела автономной нервной системы, усиливается функция надпочечников, гипофиза, щитовидной и других желез внутренней секреции.

▶ **Это интересно.** Для улучшения общего состояния пациентов с самыми разными заболеваниями широко используют контакт с животными. Согласно наблюдениям врачей это позволяет пациентам улучшить память, координацию движений и даже полностью излечиться от алкоголизма и наркотической зависимости. Специально проведенные масштабные исследования позволили выяснить, что зоотерапия (оздоровление при контакте с собаками, кошками, лошадьми, дельфинами, кроликами, птицами и насекомыми) положительно влияет на психику не только больных, но и здоровых людей.

В последние годы в питании жителей развитых стран заметно увеличилась доля превращающихся в жиры углеводов. Неправильное питание на фоне малоподвижного образа жизни существенно повышает риск ожирения и развития ИБС. Избыточная масса тела крайне неблагоприятно сказывается на функциях практически всех органов кровообращения.

■ **Повторим главное.** Наиболее частая причина заболеваний кровеносных сосудов — атеросклероз. Это хроническое заболевание артерий, обусловленное отложением на их внутренних стенках холестерина. ◆ Атеросклеротические бляшки уменьшают просвет сосудов, из-за чего переносимые кровью кислород и питательные вещества не поступают в нужном количестве к органам и тканям. ◆ Несмотря на все усилия медиков, не теряет своей печальной известности ишемическая болезнь сердца. ◆ Смертельную угрозу жизни человека несут инфаркт и инсульт. ◆ Основополагающими причинами сердечно-сосудистых заболеваний являются неблагополучная наследственность, избыточная масса тела, дефицит двигательной активности, вредные привычки и стрессы.



Ключевые вопросы. 1. Перечислите известные вам сердечно-сосудистые заболевания. Какое из них можно назвать «родоначальником» остальных? Почему? **2.** Что происходит с кровообращением в головном мозге при инсульте? **3.** Что происходит с коронарными сосудами и сердечной мышцей при стенокардии и инфаркте миокарда? **4.** В чем заключается профилактика сердечно-сосудистых заболеваний?



Сложные вопросы. 1. Сердце тренированного человека готово справиться с любой физической нагрузкой. Почему чрезмерное психическое напряжение может резко ухудшить его состояние? **2.** Почему резкий подъем сразу после пробуждения — определенное испытание для сердца? **3.** В связи с чем относительно непродолжительная, но крайне интенсивная работа на морозе может привести к инфаркту миокарда?

ПОДВЕДЕМ ИТОГИ

Система кровообращения представлена сердцем и кровеносными сосудами: артериями, капиллярами и венами. Артерии и вены состоят из наружного — соединительнотканного, среднего — гладкомышечного и внутреннего — эпителиального слоев. В некоторых венах имеются клапаны, образованные складками внутренней оболочки.

Стенка сердца имеет трехслойное строение. Она состоит из эпикарда, миокарда и эндокарда. Сплошная перегородка делит сердце на правую и левую половины, в каждой из которых находятся предсердие и желудочек. Между собой предсердие и желудочек сообщаются посредством створчатого клапана. Между правым желудочком и легочным стволом, а также между левым желудочком и аортой расположены полулунные клапаны.

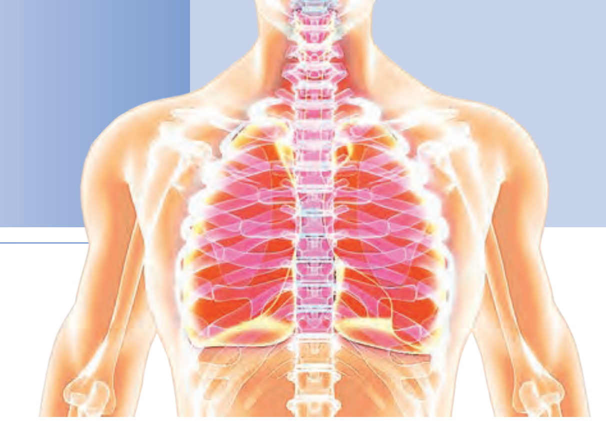
Функция сердца состоит в ритмичном нагнетании в артерии крови, поступающей в него из вен. Сердце сокращается автоматически под влиянием импульсов, возникающих в нем самом. Сердечный цикл состоит из трех фаз: систолы предсердий, систолы желудочков и общей паузы.

Правый желудочек сердца нагнетает кровь в малый круг кровообращения, а левый — в большой. Кровь, циркулирующая по большому кругу кровообращения, снабжает все клетки тела кислородом, которым она обогатилась, пройдя через малый круг.

Работа сердца и просвет кровеносных сосудов регулируются нервным и гуморальным механизмами. Нервная регуляция осуществляется с помощью симпатического и парасимпатического отделов автономной нервной системы, а гуморальная посредством адреналина, норадреналина и других гормонов.

Глава 8

Дыхательная система



Вы узнаете

- *о строении и функциях органов дыхания;*
- *как совершаются дыхательные движения;*
- *можно ли увеличить жизненную емкость легких;*
- *как протекают процессы газообмена;*
- *о регуляции дыхания.*

Вы научитесь

- *объяснять связь между строением и функциями различных органов дыхания;*
- *давать оценку функциональному состоянию дыхательной системы;*
- *использовать приобретенные знания для профилактики заболеваний органов дыхания;*
- *оказывать первую помощь при остановке дыхания.*

Дыхание является жизненно важной функцией организма. Остановка дыхания неминуемо приводит к гибели. Различают внешнее и внутреннее (тканевое) дыхание. В основе внешнего дыхания лежит вентиляция легких, которая производится за счет работы дыхательной мускулатуры. В легких кровь насыщается кислородом и освобождается от углекислого газа. Под тканевым дыханием понимают биологическое окисление органических молекул до углекислого газа и воды. Высвобождаемая при этом энергия запасается в химических связях АТФ и используется по мере необходимости. Таким образом, дыхание — это результат тесного «сотрудничества» сразу нескольких физиологических систем, обеспечивающих обмен газов между клетками и окружающей средой.

§ 31. Строение и функции органов дыхания

- **Вспомните.** Какие типы дыхательных систем вам известны?
- **Как вы думаете?** Будут ли принципиально отличаться строение и функции органов дыхания человека от органов дыхания млекопитающих?
- **Вы узнаете** о функциях воздухоносных путей и легких; как формируются звуки речи.



Рис. 60. Система органов дыхания

Система органов дыхания состоит из воздухоносных путей и легких (рис. 60). Воздухоносные пути образованы полостью носа, носовой и ротовой частями глотки, гортанью, трахеей и бронхами.

Полость носа сплошной костно-хрящевой перегородкой разделена на правую и левую половины. Обе половины имеют несколько извилистых ходов, существенно увеличивающих площадь их поверхности. Изнутри полость носа выстлана *слизистой оболочкой*, пронизанной густой сетью кровеносных сосудов. Протекающая по ним кровь согревает поступающий воздух, предохраняя легкие от переохлаждения.

В состав слизистой оболочки входит многослойный плоский эпителий, содержащий несколько типов клеток. Железистые клетки выделяют слизь, которая увлажняет воздух, а также склеивает частицы пыли и обезвреживает микроорганизмы. Реснитчатые клетки движениями своих ресничек обеспечивают выведение слизи из воздухоносных путей во внешнюю среду. И наконец, обонятельные клетки выполняют рецепторную функцию.

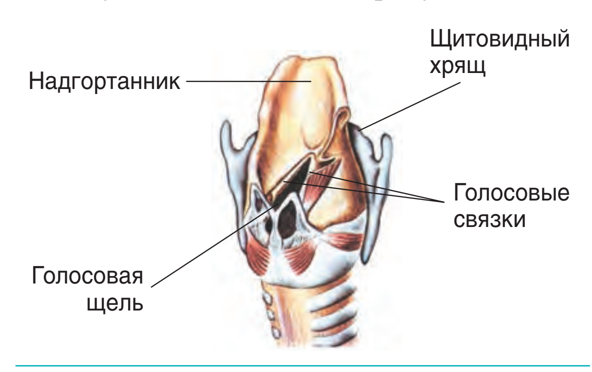


Рис. 61. Строение гортани

Из носовой полости воздух поступает в **носоглотку**, а из нее в гортань. **Гортань** образована несколькими хрящами, наиболее крупные из которых — это *щитовидный хрящ* и *надгортанник* (рис. 61). У мужчин щитовидный хрящ выступает вперед, образуя заметный выступ — кадык. Надгортанник, как следует

из его названия, расположен чуть выше гортани. Во время глотания он закрывает вход в нее. Тем самым исключается возможность попадания пищи в дыхательное горло (трахею).

Слизистая оболочка гортани образует складки с *голосовыми связками* (см. рис. 61). Когда человек молчит и спокойно дышит, связки разведены. Во время речи или пения они смыкаются. Воздух проходит через узкую щель между связками и вызывает их колебания. Так рождаются звуки. Благодаря движениям языка и губ из этих звуков формируются слова и членораздельная речь.

▶ **Это интересно.** В возрасте с 14 до 16 лет происходит *мутация* (изменение) голоса. У девочек этот процесс идет достаточно плавно и порой незаметно. У мальчиков он носит куда более выраженный характер. Значительное увеличение размеров гортани сопровождается ростом голосовых связок и как следствие ломкой голоса (звуки издаются то детским голосом, то басом). В этом возрасте настоятельно рекомендуется соблюдать щадящий режим для голосового аппарата.

Трахея, или **дыхательное горло**, представляет собой полую трубку длиной 10—13 см. Вверху трахея соединяется с гортанью, а внизу разделяется на правый и левый главные **бронхи**. Основу трахеи составляют 16—20 подковообразных хрящей, благодаря которым ее стенки никогда не спадаются. Между собой они соединены связками и мышцами.

Задняя стенка трахеи прилегает к пищеводу. Она лишена хрящевой ткани, благодаря чему пищевой комок беспрепятственно проходит в желудок. Изнутри трахея выстлана слизистой оболочкой, покрытой мерцательным эпителием. Входящие в ее состав железы увлажняют проходящий воздух, а реснички мерцательного эпителия очищают его от пыли.

В легких бронхи последовательно делятся, образуя бронхиальное дерево. Оно насчитывает около 23 порядков ветвления. Главные бронхи имеют такое же строение, как и трахея. Почти все остальные бронхи состоят из цельных хрящевых колец. Их нет только в мелких бронхах — **бронхиолах**.

▶ **Это интересно.** При воспалении слизистой оболочки трахеи или бронхов возникает сильный кашель, который является защитной реакцией. В таких случаях в зависимости от места локализации воспаления ставится диагноз трахеит или бронхит.

Бронхиолы заканчиваются **альвеолами** — легочными пузырьками, образованными однослойным плоским эпителием (см. с. 127). Снаружи они оплетены густой сетью кровеносных капилляров. Несмотря на то что диаметр альвеол составляет всего 200—300 мкм, общая площадь их поверхности достигает 120 $м^2$. Всего в легких насчитывается более 700 млн легочных пузырьков. Альвеолы формируют основную массу легочной ткани.

Легкие — парные органы дыхания, занимающие все свободное пространство в грудной полости. Каждое легкое одето в тонкий соединительнотканный чехол — **легочную плевру** (см. рис. 60). В свою очередь внутренняя поверхность стенки грудной полости покрыта **пристеночной плеврой**. Между листками легочной и пристеночной плевры находится **плевральная полость**. Она содержит незначительное количество серозной жидкости, обеспечивающей беспрепятственное скольжение движущихся легких. Давление в плевральной полости всегда чуть ниже атмосферного, что создает силу, прижимающую легкие к грудной клетке.

■ **Повторим главное.** К органам дыхания относятся воздухоносные пути и легкие. ◆ Воздухоносные пути включают полость носа, носоглотку, гортань, трахею и бронхи. ◆ В полости носа вдыхаемый воздух согревается, увлажняется и очищается от пыли и микроорганизмов. ◆ Трахея — полая трубка, дающая начало двум главным бронхам. ◆ Бронхи разветвляются на более мелкие ветви и образуют бронхиальное дерево. Заканчивается оно легочными пузырьками — альвеолами, которые формируют легочную ткань.

Ключевые вопросы. 1. Что такое внешнее и внутреннее дыхание? **2.** Какие функции выполняет носовая полость и хрящи гортани? **3.** Где и как возникают звуки человеческой речи? **4.** Как связано строение трахеи и бронхов с выполняемыми ими функциями? **5.** Как строение легкого приспособлено к дыханию?

Сложные вопросы. 1. Почему при дыхании через рот возрастает риск заболеваний дыхательных путей? **2.** Чем можно объяснить временную заложенность носа при выходе из теплого помещения на мороз? **3.** Иногда человеку, потерявшему сознание, пытаются дать выпить воды. Можно ли так делать? Почему?

Индивидуальные домашние исследования

Дыхание в покое и при нагрузке. Посчитайте количество дыхательных движений (вдохов или выдохов) в покое и сразу после 10 приседаний. Обсудите результат исследования на ближайшем уроке.

§ 32. Внешнее дыхание

- **Вспомните.** Чем отличается дыхание растений от дыхания животных? Чем отличается артериальная кровь от венозной?
- **Как вы думаете?** Легкие лишены собственных мышц, которые обеспечивали бы изменение их объема. За счет чего в таком случае меняется объем легких во время вдоха и выдоха?
- **Вы узнаете** о механизме дыхательных движений; что такое жизненная емкость легких; чем отличается газовый состав вдыхаемого и выдыхаемого воздуха и как происходит обмен кислорода и углекислого газа в легких и тканях.

Вентиляция легких. Смена воздуха в альвеолах обеспечивается дыхательными движениями — вдохом и выдохом. В спокойном состоянии человек делает 15—17 дыхательных движений в минуту. В основе вдоха и выдоха лежат ритмические сокращения межреберных мышц и диафрагмы (рис. 62).

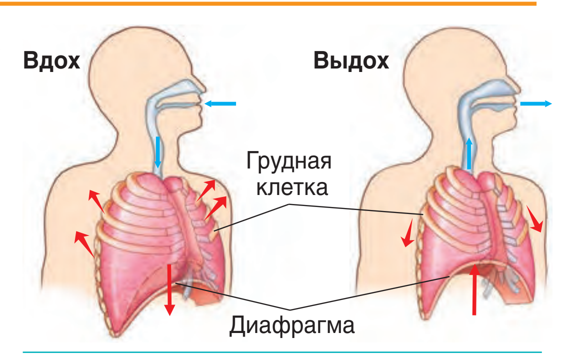


Рис. 62 Механизм вдоха и выдоха

Рассмотрим биомеханику дыхания на примере следующих схем.

Вдох: сокращение наружных межреберных мышц и диафрагмы → → ребра приподнимаются, купол диафрагмы уплощается → объем грудной полости увеличивается → легкие пассивно следуют за стенками грудной полости, за счет чего увеличивается их объем → давление в легких становится ниже атмосферного → воздух по воздухоносным путям поступает в легкие.

Выдох: расслабление наружных межреберных мышц и диафрагмы → грудная клетка под действием собственной тяжести опускается вниз, купол диафрагмы устремляется вверх → объем грудной полости уменьшается → давление в грудной полости становится выше атмосферного → воздух по воздухоносным путям покидает легкие.

Жизненная емкость легких. При спокойном дыхании за один вдох в легкие поступает приблизительно 500 $см^3$ воздуха. После обычного вдоха или выдоха можно дополнительно вдохнуть или выдохнуть еще по 1500 $см^3$. Сумма перечисленных объемов воздуха называется **жизненной емкостью легких** (ЖЕЛ). У взрослого человека она составляет около 3500 $см^3$.

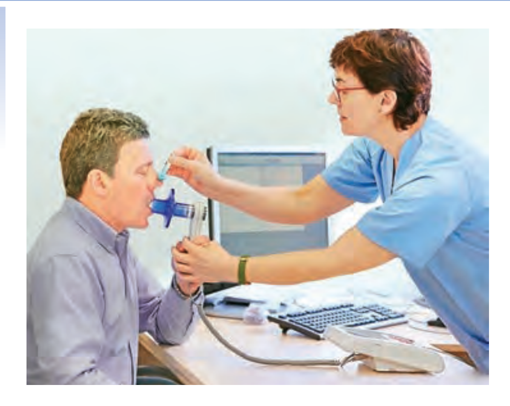


Рис. 63. Спирометр

Измеряют ЖЕЛ при помощи специального прибора — **спирометра** (рис. 63). При проведении спирометрии ЖЕЛ оценивается как разница между объемами воздуха в легких при максимально глубоком вдохе и полном выдохе. Величина ЖЕЛ зависит от физического развития, тренированности и телосложения. У спортсменов она может достигать 6000 $см^3$ и более. При заболеваниях органов дыхания ЖЕЛ, как правило, снижается.

Состав вдыхаемого, альвеолярного и выдыхаемого воздуха существенно отличается (табл. 8). В большей степени это касается вдыхаемого и альвеолярного воздуха. Разница между содержанием в них кислорода и углекислого газа достигает максимальных значений. И это легко объяснимо: клетки нашего тела непрерывно потребляют O_2 и выделяют CO_2. Не так очевидно, за счет чего увеличивается содержание O_2 и уменьшается содержание CO_2 в выдыхаемом воздухе. Оказывается, во время выдоха альвеолярный воздух смешивается с воздухом, заполняющим воздухоносные пути. Этот воздух не участвует в газообмене, и поэтому мало чем отличается от атмосферного. В результате их смешивания состав выдыхаемого воздуха меняется.

Таблица 8. **Состав вдыхаемого, альвеолярного и выдыхаемого воздуха**

Воздух	Содержание газов, %		
	Кислород (O_2)	Углекислый газ (CO_2)	Азот (N_2)
Вдыхаемый	20,94	0,03	79,03
Альвеолярный	14,44	5,56	80,00
Выдыхаемый	16,30	4,00	79,70

Это интересно. Хотя азот и не участвует в газообмене, он нередко становится причиной весьма опасной *декомпрессионной*, или *кессонной*, болезни. Чаще всего с ней сталкиваются профессиональные водолазы и любители глубоководных погружений — дайверы. При слишком быстром всплытии растворенный в крови и тканях азот начинает выделяться в виде пузырьков в кровь пострадавшего, что приводит к необратимым повреждениям стенок кровеносных сосудов и тканей.

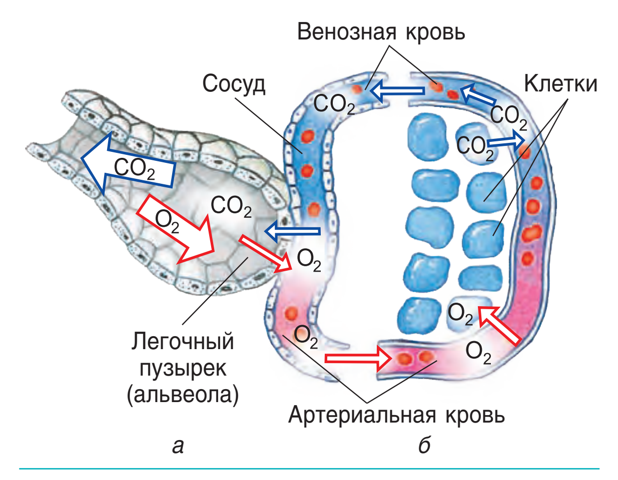


Рис. 64. Газообмен в легких (*а*) и в тканях (*б*)

Обмен газов в легких. Переход кислорода из легочных пузырьков (альвеол) в кровь и углекислого газа в обратном направлении происходит благодаря диффузии (рис. 64). Хотя диффузия протекает относительно медленно, благодаря значительной площади поверхности легких, газообмен обеспечивается в полном объеме. Этому способствует медленное течение крови в капиллярах, а также крайне незначительная толщина стенок легочных пузырьков и оплетающих их капилляров.

Кровь, поступающая к легочным пузырькам (альвеолам), содержит много углекислого газа и мало кислорода. Следуя по капиллярам легких, она успевает отдать углекислый газ и насытиться кислородом. В результате из венозной кровь превращается в артериальную.

Обмен газов в тканях происходит по тем же физическим законам, что и в легких. В клетках содержание кислорода всегда меньше, а углекислого газа больше, чем в капиллярах. Поэтому гемоглобин легко отдает O_2, который тут же поступает в клетки. Одновременно с этим CO_2 из клеток, где он непрерывно образуется, поступает в капилляры. Здесь CO_2 вступает в соединение с гемоглобином и транспортируется в таком виде к легким.

Таким образом, газовый гомеостазис обеспечивается совместной деятельностью органов дыхания, кровообращения и кровью.

■ **Повторим главное.** Вентиляция легких происходит вследствие работы наружных межреберных мышц и диафрагмы. ◆ Жизненная емкость легких — это сумма дыхательного объема, резервного объема вдоха и резервного объема выдоха. ◆ Состав вдыхаемого, альвеолярного и выдыхаемого воздуха отличается процентным содержанием кислорода и углекислого газа. ◆ Обмен газов в легких и тканях осуществляется посредством диффузии.

Ключевые вопросы. **1.** Как происходит вдох и выдох? **2.** Что такое жизненная емкость легких? Как ее определяют? **3.** Чем отличается состав вдыхаемого, альвеолярного и выдыхаемого воздуха? **4.** Как происходит газообмен в легких? **5.** Как происходит газообмен в тканях? **6.** При погружении в воду водолазы используют акваланг. Однако с его помощью можно погружаться только на глубину до 40 м. Объясните, почему дальнейшее погружение опасно для жизни.



Сложные вопросы. **1.** Как изменится дыхание при понижении атмосферного давления? **2.** Известно, что новорожденный младенец дышит в несколько раз чаще, чем взрослый человек. Предложите несколько возможных объяснений этому факту. **3.** При проникающем ранении грудной клетки у пострадавшего появились признаки удушья. Чем это вызвано, если его легкие не повреждены? **4.** Почему в нижних конечностях находится 14 % всего объема крови, а в легочных капиллярах — 33 %? **5.** У коренных жителей Тибета и Анд повышено содержание гемоглобина в крови и усилен легочный кровоток. С чем это связано?

Индивидуальные домашние исследования

Определение жизненной емкости легких. Попробуйте задуть пламя свечи, сделав форсированный выдох с расстояния 80—100 см. Если у вас получилось это сделать, значит ЖЕЛ большая. Если нет, подойдите немного ближе к свече. Если вам удалось погасить пламя на расстоянии меньше 70 см от свечи, то ваша ЖЕЛ явно недостаточна. В любом случае регулярные занятия спортом (быстрая ходьба, бег, езда на велосипеде, плавание) помогут вам решить эту проблему.

§ 33. Регуляция дыхания и первая помощь при его остановке

- **Вспомните.** Где находится дыхательный центр?
- **Как вы думаете?** Почему при тяжелой физической работе меняется характер дыхания?
- **Вы узнаете** о нервных и гуморальных механизмах регуляции дыхания; защитных дыхательных рефлексах; приемах первой помощи при остановке дыхания.

Регуляция дыхания. Регуляция дыхания осуществляется нервным и гуморальным механизмами.

Частота и глубина дыхания контролируются дыхательным центром, расположенным в продолговатом мозге. **Дыхательный центр** состоит из двух частей — центра вдоха и центра выдоха (рис. 65). Когда возбуждается центр вдоха, сигнал поступает к наружным межреберным мышцам и диафрагме — происходит *вдох*. При возбуждении центра выдоха одно-

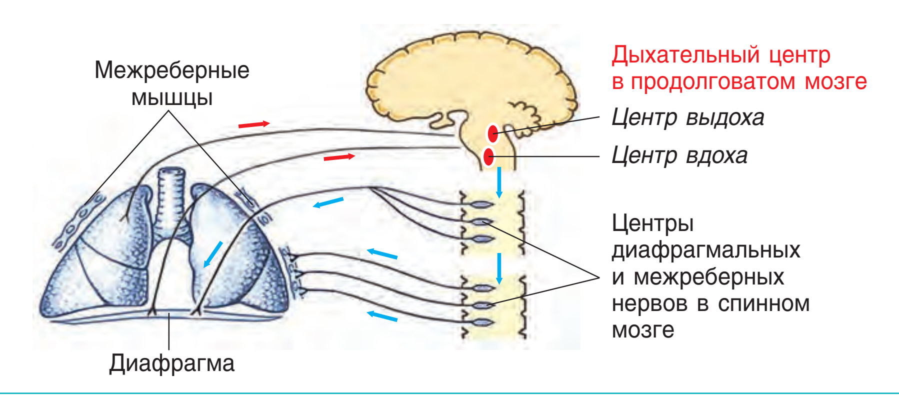


Рис. 65. Структуры, регулирующие дыхание

временно тормозится центр вдоха, и дыхательные мышцы расслабляются — начинается *выдох*.

Работа дыхательного центра осуществляется автоматически и не прекращается даже во время сна. Тем не менее мы в любой момент можем менять частоту и глубину дыхания. Это убедительное доказательство того, что дыхательный центр находится под контролем коры больших полушарий головного мозга.

Важным регулятором дыхания является углекислый газ. Дыхательный центр более чувствителен к повышению его концентрации в крови, чем к нехватке кислорода. Если содержание углекислого газа увеличивается, возбудимость дыхательного центра повышается. В результате дыхание становится более частым и глубоким и из организма выводится больше CO_2.

Дыхательной системе присущи специфические рефлексы, предупреждающие нарушения ее деятельности. Например, раздражение слизистой оболочки носа пылью или сильно пахнущими веществами вызывает остановку дыхания и смыкание голосовых связок. При этом в грудной полости резко нарастает давление. Наступает момент, когда воздух с силой прорывается через голосовые связки в носовую полость и возникает характерный звук чиханья. Вместе с воздухом и слизью выделяются и раздражители слизистой оболочки.

Кашель очень похож на чиханье, с той лишь разницей, что основной поток воздуха выходит через рот.

Первая помощь при остановке дыхания. В результате несчастного случая или вследствие заболевания органов дыхания может наступить **остановка дыхания.** В такой ситуации спасти человеческую жизнь может лишь своевременно оказанная помощь.

При оказании первой помощи утонувшему человеку необходимо как можно скорее удалить из его воздухоносных путей и легких воду и песок. Для этого пострадавшего укладывают животом на колено и резкими движениями, сдавливая грудную клетку, удаляют воду (рис. 66). Инородные тела, попавшие в полость рта, можно аккуратно достать пальцем.

Затем пострадавшего переворачивают на спину и освобождают шею, грудь и живот от давящих частей одежды. Снятую одежду скатывают в твердый валик толщиной 15—20 см и подкладывают под плечи. Голова пострадавшего должна быть запрокинута, а рот открыт. В бессознательном состоянии происходит расслабление мышц языка и может произойти его западение, что чревато нарушением проходимости дыхательных путей. Поэтому важно запрокинуть голову пострадавшего назад и приподнять его подбородок.

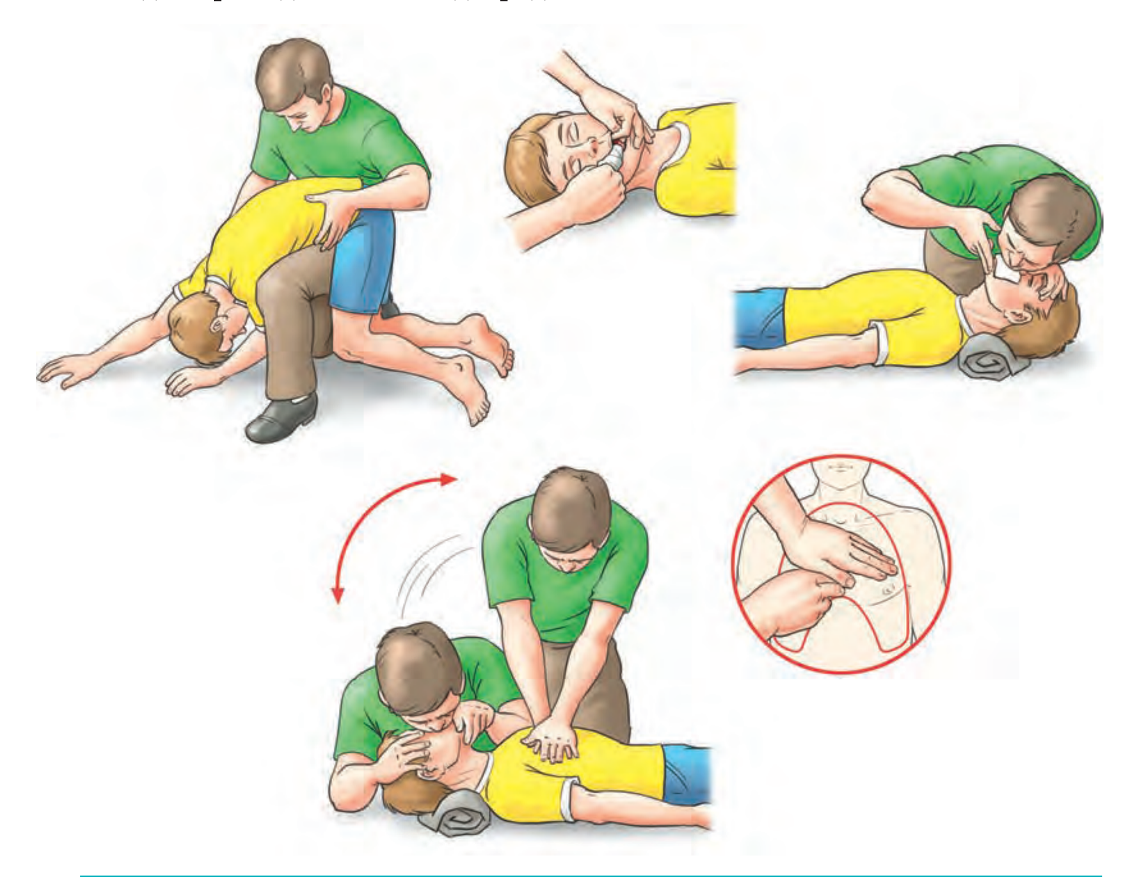


Рис. 66. Первая помощь при утоплении и остановке дыхания

Оказывающий помощь человек становится на колени сбоку от пострадавшего и делает глубокий вдох. Затем он зажимает пальцами крылья носа пострадавшего, как можно плотнее накрывает своим ртом его рот и делает выдох (можно накрыть рот пострадавшего носовым платком или салфеткой). Выдох должен длиться 1—2 с. После каждого выдоха рот и нос пострадавшего освобождают, чтобы вышел воздух. Искусственное дыхание осуществляется 12—15 раз в минуту. Если рот пострадавшего открыть не удается, воздух направляют через нос, зажимая рукой рот.

Искусственное дыхание продолжают до тех пор, пока пострадавший не станет дышать самостоятельно.

Если у пострадавшего нет пульса, искусственное дыхание необходимо сочетать с непрямым массажем сердца. После одного вдувания воздуха в легкие производят 4—5 быстрых толчковых надавливаний на нижнюю треть грудины наложенными друг на друга руками (см. рис. 66, внизу).

■ **Повторим главное.** Регуляцию дыхания обеспечивает дыхательный центр, находящийся в продолговатом мозге. ◆ Чиханье и кашель — защитные рефлексы, предупреждающие нарушения деятельности дыхательной системы. ◆ Первая помощь при остановке дыхания включает в себя искусственное дыхание и непрямой массаж сердца.

? **Ключевые вопросы. 1.** Как осуществляется нервная регуляция дыхания? **2.** В чем заключаются особенности гуморальной регуляции дыхания? **3.** Чем отличается чиханье от кашля? **4.** Как оказать первую помощь при остановке дыхания?

Сложные вопросы. 1. Почему меняется ритм и глубина дыхательных движений во время тяжелой работы и спортивных тренировок? **2.** Если человек будет надувать большой воздушный шар, то может наступить потемнение в глазах и потеря сознания. Объясните почему. **3.** Как изменится характер дыхания при резком снижении содержания в крови углекислого газа?



Индивидуальные домашние исследования

Определение устойчивости организма к недостатку кислорода. В положении сидя после 5 мин отдыха сделайте 2—3 глубоких вдоха и выдоха, а затем, сделав полный вдох, задержите дыхание. Засеките с помощью секундной стрелки время задержки дыхания. Средний показатель задержки дыхания для нетренированных людей составляет 40—55 с, а для тренированных — 60—90 с и более. Обсудите это исследование на следующем уроке.

§ 34. Гигиена дыхания

- **Вспомните.** Что такое входные ворота инфекции?
- **Как вы думаете?** Какие входные ворота инфекции самые «широкие»?
- **Вы узнаете** об основных правилах гигиены дыхания.

Гигиена воздушной среды. Очень часто причиной легочных заболеваний становится банальная домашняя пыль. На ее частичках оседают болезнетворные микроорганизмы и вирусы, вдыхание которых небезопасно. Главным средством борьбы с пылью является регулярная влажная уборка помещения. Если у вас есть домашние питомцы, влажную уборку рекомендуется проводить ежедневно.

Залогом здоровья является не только чистота вашего жилья. Для хорошего самочувствия необходимо как можно чаще бывать на свежем воздухе. Хорошо известно, что в течение всего одного урока в классе существенно меняется газовый состав воздуха: увеличивается концентрация CO_2. Длительное пребывание в таких условиях вызывает головную боль и снижает работоспособность. Именно поэтому рекомендуется проветривать учебные классы после каждого урока.

Реальную угрозу для жизни представляет высокотоксичный **угарный газ** (CO). Больше всего CO попадает в атмосферу при пожарах и работе двигателей внутреннего сгорания (автомобили). Вынужденная остановка на крупной автостраде или проживание в доме с печным отоплением существенно повышают риск отравления угарным газом. Вступивший в соединение с CO гемоглобин не может переносить кислород. В результате отравления угарным газом возникают рвота, судороги, возможна потеря сознания и остановка дыхания. В таком случае пострадавшего следует как можно быстрее вынести на свежий воздух и оказать ему первую помощь.

С отравлением угарным газом сходно отравление бытовым газом, используемым для приготовления пищи. Если вы обнаружили запах газа, распахните все окна и двери и перекройте подачу газа. При этом ни в коем случае не включайте свет и не зажигайте огонь. Газовая смесь с воздухом крайне взрывоопасна.

Соблюдение правильного дыхания. Для человека естественным является **носовое дыхание.** При дыхании через рот поступающий воздух не очищается от пыли, бактерий и не согревается. В холодное время года это влечет за собой переохлаждение легких.

В случае затруднения носового дыхания, снижения остроты слуха и появления гнусавости высока вероятность увеличения **аденоидов**. Аденоиды представляют собой скопление лимфоидной ткани, расположенной в области носоглотки. Чаще всего они разрастаются в результате перенесенных в детстве инфекционных заболеваний (кори, скарлатины, гриппа, дифтерии). Аденоиды лечатся консервативно или удаляются хирургическим путем.

▶ **Это интересно.** Временная остановка дыхания, которая получила название апно́э, наблюдается у людей с избыточной массой тела, тех, кто храпит во сне, у больных бронхиальной астмой. Основными симптомами этого состояния являются головные боли, усталость, раздражительность, ухудшение концентрации внимания и памяти.

Апноэ характерно не только для храпящих и больных людей. Оказывается, 80 % пользователей персональных компьютеров непроизвольно задерживают дыхание во время работы. Принимая во внимание количество времени, которое современный человек проводит за компьютером, врачи настоятельно рекомендуют следить за своим дыханием.

Гигиена голосового аппарата. Простудные заболевания и чрезмерное напряжение голосовых связок закономерно приводят к изменению голоса. Еще сильнее на его звучании сказывается курение. Голосовые связки курильщика теряют эластичность, отекают и воспаляются, что становится причиной глухого и сиплого голоса. Кроме того, из-за пересыхания слизистой оболочки гортани периодически возникает сильный кашель.

Поскольку работа голосового аппарата регулируется ЦНС, то проблемы с голосом нередко возникают в моменты тяжелых эмоциональных потрясений.

Для звучности голоса важен режим питания. Желудок, переполненный пищей, давит на диафрагму, что препятствует нормальному дыханию. Поэтому за 2 ч до начала ответственного выступления следует отказаться от еды. Необходимо исключить прием слишком горячей или холодной пищи и ограничить содержание в ней острых приправ. Не проходит бесследно для голосовых связок злоупотребление спиртными напитками. В гортани возникают явления застойного кровообращения, что отрицательно сказывается на голосе.

Профилактика заболеваний голосового аппарата напрямую связана с образом жизни человека. Закаливание свежим воздухом, солнцем, водой, физические упражнения, соблюдение режима труда и отдыха способствуют поддержанию голосового аппарата в отличной форме.

Профилактика заболеваний, передающихся воздушно-капельным путем. Во время разговора, чиханья и кашля в воздух попадают капельки жидкости, содержащие болезнетворные микроорганизмы и вирусы. Они проникают через дыхательные пути в организм здорового человека и вызывают его заражение. Такой способ передачи инфекции получил название **воздушно-капельного**. Он наблюдается при гриппе, дифтерии, коклюше, кори, скарлатине и многих других заболеваниях.

Проникновению в организм болезнетворных микроорганизмов препятствует слизистая оболочка полости носа. При контакте с возбудителями активность входящих в ее состав желез многократно возрастает. Выделяемый ими секрет начинает смывать опасных возбудителей. Внешне это проявляется в виде насморка — непременного спутника респираторных заболеваний. При общении с такими больными нужно прикрывать рот и нос специальными марлевыми повязками или пропитанными дезинфицирующим раствором салфетками, а еще лучше, чтобы это делал сам заболевший.

Ранней диагностике многих заболеваний, передающихся воздушно-капельным путем, способствуют регулярные *флюорографические обследования*. Они абсолютно безопасны и применяются главным образом для исследования органов грудной клетки. С помощью флюорографического обследования можно выявить туберкулез, пневмонию, рак легкого и другие опасные заболевания.

Влияние курения на органы дыхания. Табачный дым содержит более 200 чрезвычайно вредных для организма веществ. В его состав входят бензпирен, синильная кислота, угарный газ, сажа. При вдыхании табачного дыма они проникают в легкие и оседают в них. «Благодаря» бензпирену курение является одним из основных факторов риска развития рака легких, гортани и полости рта.

Не менее пагубное действие табачный дым оказывает и на людей из близкого окружения курильщика. По данным Всемирной организации здравоохранения (ВОЗ) пассивное курение становится причиной более 200 тыс. смертей в год.

Повторим главное. Основными гигиеническими правилами предупреждения заболеваний органов дыхания являются: поддержка оптимального газового состава воздушной среды в помещениях (проветривание), носовое дыхание, закаливание, отказ от алкоголя и курения.

Ключевые вопросы. **1.** Как меняется состав воздуха при длительном пребывании большого числа людей в закрытых помещениях? **2.** Соблюдение каких гигиенических правил способствует предупреждению заболеваний органов дыхания? Дайте им детальные пояснения. **3.** Почему детям противопоказано носить тесную и узкую одежду?

Сложные вопросы. **1.** Почему в северных широтах, несмотря на холод, люди реже болеют простудными заболеваниями? **2.** Почему при размещении в комнате мебели ее не следует ставить вблизи окна? **3.** Что является более эффективным стимулятором дыхания при его остановке: вдыхание чистого O_2 или смеси 5—7 % CO_2 и 95—93 % O_2? Почему? **4.** Можно ли всем без исключения людям рекомендовать для профилактики ангины и ее осложнений удаление миндалин?



Индивидуальные домашние исследования

Анализ состояния воздушной среды. Обратите внимание на наличие расположенных рядом с вашим домом предприятий, ферм, автомобильных и железных дорог, зеленых зон, рек и озер. Обсудите результаты исследования с членами вашей семьи и одноклассниками. Определите степень влияния этих факторов на состояние здоровья всех участников исследования. В случае выявления негативных факторов предложите меры профилактики их влияния на здоровье.

ПОДВЕДЕМ ИТОГИ

Дыхание обеспечивает поступление в организм кислорода, использование его в окислении органических веществ и удаление углекислого газа.

В состав системы органов дыхания входят воздухоносные пути и легкие. Воздухоносные пути включают в себя носовую полость, гортань, трахею и бронхи. Легкие — парный орган, имеющий губчатое строение

и обеспечивающий газообмен между внешней средой и кровью. Объем легких меняется вслед за изменением объема грудной клетки. Частоту и глубину дыхания определяют сокращения и расслабления наружных межреберных мышц и диафрагмы.

Жизненная емкость легких — это количество воздуха, которое можно выдохнуть после максимально глубокого вдоха. Данный показатель зависит от роста, возраста, пола и тренированности человека.

В основе газообмена в легких и тканях лежит диффузия. Она обеспечивает поступление кислорода из альвеол легких в кровь, а углекислого газа в обратном направлении. Разнонаправленность газообменных процессов сохраняется и на уровне тканей. Кислород из крови направляется к клеткам, а углекислый газ покидает их и поступает в кровь.

Дыхание регулируется дыхательным центром продолговатого мозга, который в свою очередь подчиняется коре больших полушарий.

Заболевания органов дыхания чаще всего вызывают бактерии и вирусы, проникающие в организм воздушно-капельным путем. Не менее опасны для состояния здоровья вредные привычки, особенно курение.

В случае остановки дыхания и прекращения работы сердца необходимо оказать пострадавшему первую помощь. Она заключается в незамедлительном проведении искусственного дыхания и непрямого массажа сердца.

Глава 9

Пищеварительная система



Вы узнаете

- *о питательных веществах и их функциях;*
- *особенности обмена белков, жиров, углеводов, воды и минеральных веществ;*
- *о пищевой пирамиде и основных принципах рационального питания;*
- *значение витаминов;*
- *правила гигиены питания;*
- *строение и функции органов пищеварительной системы;*
- *о пищеварительных соках и ферментах.*

Вы научитесь

- *распознавать признаки гиповитаминоза;*
- *составлять суточный пищевой рацион;*
- *оказывать первую помощь при пищевом отравлении.*

Одним из главных свойств живого является **обмен веществ и энергии.** В его основе лежат биохимические реакции, протекающие в клетках, а также обменные процессы между организмом и окружающей средой. Среда служит для организма не только местом обитания, но и источником жизненно необходимых веществ. Из нее организм получает кислород, богатые энергией органические вещества, воду и минеральные соли. В окружающую среду выделяются продукты жизнедеятельности — углекислый газ и другие соединения, которые больше не могут быть использованы. Благодаря обменным процессам окружающая среда и организм неразрывно связаны.

Пищеварительная система обеспечивает механическую и химическую обработку пищи: сложные питательные вещества расщепляются на более простые. Затем они всасываются в кровь и лимфу, которые доставляют их к каждой клетке. При этом происходит и выделение тех веществ, которые организму больше не нужны. Ключевую роль в процессах пищеварения играют ферменты, входящие в состав пищеварительных соков.

§ 35. Общая характеристика обмена веществ и энергии

- **Вспомните.** В результате каких процессов проявляется такое свойство живого как потребление и временное накопление энергии?
- **Как вы думаете?** Какую роль в обмене веществ играют питательные вещества?
- **Вы узнаете** о процессах, лежащих в основе обмена веществ и энергии.

В основе обмена веществ и энергии лежат непрерывно протекающие реакции синтеза и распада органических соединений. Как вы уже знаете, только растительные клетки могут напрямую использовать солнечную энергию для синтеза органических соединений. Жизнедеятельность животных клеток поддерживается за счет веществ, поступающих в организм в составе пищи.

Все продукты питания можно разделить на две большие группы — продукты *растительного* и *животного* происхождения (рис. 67). И те, и другие содержат воду и питательные вещества — белки, жиры, углеводы, витамины и минеральные соли.

Усвоение питательных веществ в том виде, в котором они поступают в организм, невозможно. Пища должна пройти предварительную обработку. Исключение из этого правила — вода и минеральные соли. Эти вещества усваиваются в неизменном виде.

Физическую и химическую обработку пищи осуществляет пищеварительная система. Проходя по пищеварительной системе, белки, жиры



Рис. 67. Продукты питания растительного и животного происхождения

и углеводы распадаются на простые вещества — «элементарные кирпичики». Они всасываются в кровь и лимфу и переносятся по всему организму. Поступившие в клетки «кирпичики» используются в качестве исходного материала для **биологического синтеза** белков, жиров и углеводов, свойственных данному организму.

Образование сложных веществ из простых всегда связано с затратами энергии. Основным источником энергии являются химические процессы **биологического окисления** веществ, образовавшихся в результате расщепления белков, жиров и углеводов. Освобождающаяся при этом энергия запасается в виде АТФ, которая играет роль универсального посредника между «производителями» и «потребителями» энергии. При распаде АТФ выделяется энергия, обеспечивающая протекание практически всех процессов жизнедеятельности живого организма.

Согласно одному из фундаментальных законов природы — закону сохранения энергии — *энергия не исчезает и не возникает, а только видоизменяется*. Это общая закономерность, которой в полной мере подчиняется и организм человека. Энергия, заключенная в химических связях питательных веществ, трансформируется в другие виды энергии — электрическую, механическую. В конечном итоге все они переходят в тепло. Часть тепла используется на поддержание постоянной температуры тела, а часть рассеивается в окружающем пространстве.

Конечными продуктами биологического окисления являются вода, углекислый газ и некоторые другие вещества, в которых организм больше не нуждается.

Процессы биологического окисления и биологического синтеза являются основой всех форм жизнедеятельности. Взаимно дополняя и перетекая друг в друга, они формируют уникальное свойство живого — **обмен веществ** и **энергии**, без которого немыслима сама жизнь.

■ **Повторим главное.** Обмен веществ и энергии складывается из биологического синтеза и биологического окисления. ◆ В основе биосинтеза лежит синтез сложных органических веществ из простых. ◆ Реакции биосинтеза всегда связаны с затратами энергии. ◆ Биологическое окисление представляет собой совокупность процессов расщепления сложных органических веществ до простых. ◆ Образовавшиеся в результате расщепления небольшие органические молекулы используются как материал для биологического синтеза или окисляются с выделением энергии.

Ключевые вопросы. 1. Почему обмен веществ и энергии является основой жизнедеятельности организма? **2.** За счет каких процессов поддерживается жизнедеятельность животных клеток? **3.** Какой критерий положен в основу классификации продуктов питания? **4.** Какие именно процессы лежат в основе биологического синтеза? Биологического окисления? **5.** Каким образом биологический синтез и биологическое окисление связаны между собой? **6.** Какие именно вещества (сложные или простые) используются клетками в качестве источников энергии? **7.** На какие нужды организма тратится энергия АТФ?

Сложные вопросы. Если утонувшего человека не достать из воды в течение 5 мин, он неизбежно погибнет в результате необратимых изменений в головном мозге. Почему в ледяной воде продолжительность этого времени может быть больше?

§ 36. Основы рационального питания. Пирамида питания

- **Вспомните.** Какие типы питания организмов вы знаете? Для каких организмов характерен смешанный тип питания? Какая питательная жидкость содержит в себе все вещества, необходимые для роста и развития потомства, не способного переваривать другую пищу?
- **Как вы думаете?** Почему каждый человек должен иметь представление об основах рационального питания?
- **Вы узнаете** об энергетической ценности пищевых продуктов; главных принципах рационального питания; пищевых пирамидах.

В течение жизни человек получает с пищей около 3,4 т белков, 3 т жиров, 17 т углеводов и 90 т воды. Поступающие с пищей вещества изменяются в ходе протекания обменных процессов, усваиваются и становятся составной частью организма.

Энергия пищевых веществ. В соответствии с принципами здорового питания, количество потребляемой пищи должно соответствовать энергетическим затратам организма. Иными словами, в питании необходимо соблюдать **энергетический баланс.**

В качестве единиц измерения потребляемой организмом энергии применяются килоджоуль и килокалория (1 ккал равна приблизительно 4,19 кДж). Соответственно, интенсивность обменных процессов измеряется в $\frac{\text{кДж(ккал)}}{\text{мин}}$, $\frac{\text{кДж(ккал)}}{\text{ч}}$ или $\frac{\text{кДж(ккал)}}{\text{сут}}$.

При окислении 1 г углеводов или 1 г белков выделяется 17,6 кДж, а при окислении 1 г жиров — 38,96 кДж. Зная количество и состав про-

дуктов питания, можно рассчитать **энергетическую ценность (калорийность)** своего пищевого рациона, что важно для организации сбалансированного питания.

Суточные затраты энергии каждого человека в значительной степени зависят от условий жизни и характера выполняемой работы. Энерготраты имеют место даже в условиях полного физиологического покоя. У человека массой 70 кг они составляют за сутки чуть более 7000 кДж. Легкая работа увеличивает расход энергии вдвое, ходьба — втрое, а бег трусцой — приблизительно в 8 раз. Кратковременные физические нагрузки могут увеличивать скорость обмена веществ в 20 раз.

Большинство жителей развитых стран выполняют работу, общие энерготраты при которой не превышают 14 000 кДж. Работу какой степени тяжести они в основном выполняют?

Режим питания. Понятие «рациональное питание» имеет отношение не только к количеству и качеству потребляемой пищи. Оно также предполагает правильный режим ее приема, то есть оптимальное распределение суточного рациона во времени.

Пищевая и биологическая ценность продуктов снижается, если человек принимает пищу 1—2 раза в день. Дети особенно тяжело переносят длительные перерывы в кормлении. В то же время при очень частом питании пища не успевает перевариваться, и аппетит снижается.

Сколько же раз в сутки надо есть? Наиболее предпочтительно 4-разовое питание. При таком режиме интервал между приемами пищи не превышает 4 ч.

Пищу желательно принимать в одно и то же время. В этом случае непосредственно перед ее приемом в желудке выделяется аппетитный сок, способствующий лучшему пищеварению.

Утренний завтрак должен быть сытным и содержать не менее 25 % суточного рациона. Второй завтрак — около 20 %. В нем должно содержаться 15—30 г белка, 15—20 г жира, 80—100 г углеводов. Обед обычно составляет 35 %, а ужин — около 20 % суточного рациона.

Нормы питания. Для организации полноценного питания недостаточно учитывать только калорийность принимаемой пищи. Важно, чтобы все необходимые вещества (белки, жиры, углеводы, вода, минеральные соли и витамины) присутствовали в пище в определенных соотношениях. Для взрослого человека, занимающегося умственным трудом, оптимальным считается соотношение белков к жирам и углеводам 1 : 1 : 4. При тяжелом физическом труде это соотношение меняется на 1 : 1,3 : 5.

Пирамиды питания. Основные принципы здорового питания — это умеренность, разнообразие, пропорциональность и индивидуальность. Для наглядности продукты питания обычно схематически отображают в виде пирамиды (рис. 68). Продукты, составляющие основание пирамиды, должны употребляться в пищу чаще. А те, которые находятся на ее вершине, нужно употреблять в ограниченных количествах.

Основание пирамиды питания образуют овощи и фрукты, цельнозерновые продукты (неочищенный рис, хлеб грубого помола, макаронные изделия из цельнозерновой муки, каши) и растительные жиры (оливковое, подсолнечное, рапсовое масла). Продукты из этих групп можно и нужно употреблять во время каждого приема пищи. При этом желательно, чтобы на две порции фруктов (около 300 г в день) приходилось три порции овощей (400—450 г).

Следующую ступень пирамиды занимают белоксодержащие продукты. Их можно употреблять не более 2 раз в день.

Еще выше расположены молоко и молочные продукты (йогурты, творог, сыр и т. д.), употребление которых не должно превышать одну-две порции в день.



Рис. 68. Пирамида питания

И наконец, на вершине пирамиды находятся продукты, употребление которых следует строго контролировать. Это животные жиры, содержащиеся в свинине, говядине и сливочном масле, а также продукты из пшеничной муки (хлеб и хлебобулочные изделия, макаронные изделия из муки высшего сорта), очищенный рис, газированные напитки и сладости. В эту группу попал и картофель из-за большого содержания крахмала.

Помимо рассмотренной, существуют и другие пирамиды питания, которые учитывают национальные пищевые и культурные традиции региона. Обособленно стоят пирамиды питания для детей, вегетарианцев, спортсменов и др.

В настоящее время к питанию предъявляются следующие гигиенические требования:

1) пища должна быть экологически чистой;
2) рацион питания должен соответствовать возрастным нормам и содержать все необходимые для роста и развития вещества;
3) пища должна удовлетворять потребности организма в энергии;
4) продукты питания должны быть разнообразными и сбалансированными по содержанию питательных веществ.

Соблюдение этих требований способствует оптимальной работе всех органов и систем организма человека и позволяет питанию быть надежной основой здоровья.

■ **Повторим главное.** Рациональное питание — это питание, обеспечивающее рост, развитие и полноценную жизнедеятельность человека. ◆ Как на «спинах китов», оно покоится на трех основных принципах. Первый из них — это энергетическая сбалансированность питания. Второй — разнообразие и сбалансированность по питательным веществам. Третий — соблюдение режима питания. Придерживаясь этих принципов, можно не только сохранить, но и укрепить свое здоровье.

Ключевые вопросы. **1.** К каким последствиям приведет несоответствие между количеством потребляемой пищи и энергетическими затратами организма? **2.** Достаточно ли для организации сбалансированного питания рассчитать только энергетическую ценность пищевого рациона? **3.** Как влияют на расход энергии физические нагрузки? **4.** Какие именно рекомендации нужно учитывать при составлении пищевого рациона? **5.** Какой режим питания является оптимальным для организма? **6.** Почему сразу после приема пищи не следует заниматься спортом? **7.** Какие продукты питания наиболее богаты белками? Жирами? Углеводами? Приведите примеры.

Сложные вопросы. 1. Почему «человек есть то, что он ест»? **2.** Почему жители Севера употребляют больше жирной пищи, чем население умеренных широт? **3.** Как влияет температура окружающей среды на скорость обменных процессов в организме? **4.** Как вы понимаете приписываемое Сократу изречение: «Надо есть, чтобы жить, а не жить, чтобы есть»? Какой принцип здорового питания оно раскрывает?

§ 37. Обмен органических и неорганических веществ. Витамины

- **Вспомните.** Чем отличается обмен веществ у растений от обмена веществ у животных? Какие неорганические вещества входят в состав животной клетки? Что вам известно о витаминах?
- **Как вы думаете?** Какое органическое вещество является главным источником энергии в организме?
- **Вы узнаете** особенности обмена белков, жиров, углеводов, воды и минеральных солей; о витаминах.

Обмен веществ складывается из процессов превращений белков, жиров, углеводов, а также обмена воды и минеральных солей.

Обмен белков занимает особое место в обмене веществ. Белки участвуют в регуляции процессов жизнедеятельности, обеспечивают иммунитет, определяют индивидуальные различия организмов. Так как белки не могут синтезироваться из продуктов расщепления углеводов и жиров, рекомендуется ежедневно употреблять не менее 0,75 г белка на 1 кг массы тела.

Конечные продукты обмена белков — углекислый газ, вода, мочевина, мочевая кислота и некоторые другие азотистые соединения выводятся из организма с мочой, по́том и в составе выдыхаемого воздуха.

Обмен углеводов. Наиболее важные представители углеводов в организме человека — глюкоза и гликоген. **Глюкоза** является основным, а для нервных клеток — единственным источником энергии. При снижении ее концентрации в плазме крови всего в 2 раза человек теряет сознание и может погибнуть.

Гликоген, или животный крахмал, представляет собой сложный углевод, состоящий из последовательно соединенных остатков молекул глюкозы. Откладывается он главным образом в скелетных мышцах и клетках печени.

Оптимальная суточная норма потребления углеводов составляет около 500 г. Особенно богата углеводами пища растительного происхождения:

хлебобулочные изделия, крупы, овощи и фрукты. При недостаточном поступлении с пищей для синтеза углеводов используются жиры и белки.

Обмен жиров. Содержание жиров в организме человека колеблется от 10 до 30 % от массы тела и зависит от характера питания, двигательной активности, возраста и пола.

Как и углеводы, жиры выполняют пластическую (строительную) и энергетическую функции. При их окислении образуется в 2 раза больше энергии, чем при окислении такого же количества углеводов. Но окисление жиров требует больше кислорода, что препятствует их использованию в качестве источника энергии при интенсивной мышечной работе.

Необходимые жиры организм получает в составе пищи или путем их биосинтеза из углеводов. Ежедневно необходимо употреблять примерно 100 г жиров.

▶ **Это интересно.** Норма содержания жира в организме женщин должна составлять 20—27 % от массы тела, допустимый минимум — 14—17 %, опасный для здоровья — 7 %. У женщин с низким содержанием жира в организме перестает вырабатываться женский половой гормон эстроген, замедляется созревание яйцеклеток, а также возникает опасность развития остеопороза (снижение плотности и прочности костей).

Водно-солевой обмен. Вода и минеральные соли составляют основную часть плазмы крови, лимфы и тканевой жидкости. Кроме того, они входят в состав пищеварительных соков, что во многом определяет их значение для пищеварения. И хотя ни вода, ни минеральные соли не являются источниками энергии, их постоянное поступление и выведение из организма — обязательное условие его существования. Без пищи человек может прожить около 2 месяцев, а без воды — всего несколько суток.

Для нормальной жизнедеятельности важно, чтобы поступление воды полностью покрывало ее расход. При температуре окружающей среды +20 °С человеку в сутки нужно 2,5 л воды. Она поступает в организм при питье (около 1,2—1,5 л) и с пищей (около 1 л). В процессе окисления жиров и углеводов образуется еще 0,3—0,4 л воды.

Необходимые организму человека минеральные вещества подразделяют на макро- и микроэлементы.

Макроэлементы используются для построения скелета и зубов (*кальций* и *фосфор*). Кальций влияет на свертываемость крови, обмен белков и жиров. Некоторые макроэлементы входят в состав сложных органических соединений (*магний*). С ними связаны такие свойства живого как возбудимость, проводимость и сократимость (*калий, натрий, хлор*

и *кальций*). Ионы *натрия* и *хлора* создают осмотическое давление, которое определяет распределение воды между клетками.

К **микроэлементам** относятся вещества, суточная потребность в которых составляет менее 100 мг. Это *железо*, входящее в состав гемоглобина; *йод* — компонент гормонов щитовидной железы; *фтор* — увеличивающий твердость костей и зубов и др.

Кроме перечисленных компонентов пищи, организм человека нуждается в **пищевых волокнах**, и в первую очередь в *клетчатке*. Хотя пищевые волокна не обладают энергетической ценностью, они играют важную роль в пищеварении — улучшают перистальтику кишечника.

Регуляция обмена веществ. Самое активное участие в регуляции обмена веществ принимают эндокринные железы. Так, **поджелудочная железа** регулирует обмен углеводов. Под непосредственным контролем **щитовидной железы** находятся процессы роста, физического и интеллектуального развития. Ее гормоны *тироксин* и *трийодтиронин* оказывают выраженное влияние на процессы окисления и восстановления, протекающие во всех клетках организма.

Гормоны **надпочечников** регулируют обмен воды и минеральных солей. Они также причастны к регуляции обмена углеводов, жиров и белков.

Витамины (от лат. *vita* — жизнь) — незаменимые биологически активные вещества, необходимые для протекания обменных процессов. Недостаток витаминов (гиповитаминоз) или их избыточное количество в организме (гипервитаминоз) приводит к тяжелым нарушениям обмена веществ, порой несовместимым с жизнью.

▲ **Известные ученые.** Заслуга открытия витаминов принадлежит русскому врачу Николаю Ивановичу Лунину (1854—1937). В 1881 г. он обнаружил, что кормление мышей пищей, состоящей из основных компонентов молока, приводит к их гибели. В то же время животные, получавшие цельное молоко, развивались и росли нормально. Н. И. Лунин сделал вывод, что в молоке содержатся неизвестные науке жизненно необходимые соединения. Ими оказались витамины.



Подавляющее большинство витаминов поступает в организм в составе пищевых продуктов и лишь единичные синтезируются в нем самом. Организм не делает запасов витаминов, поэтому их нужно употреблять постоянно.

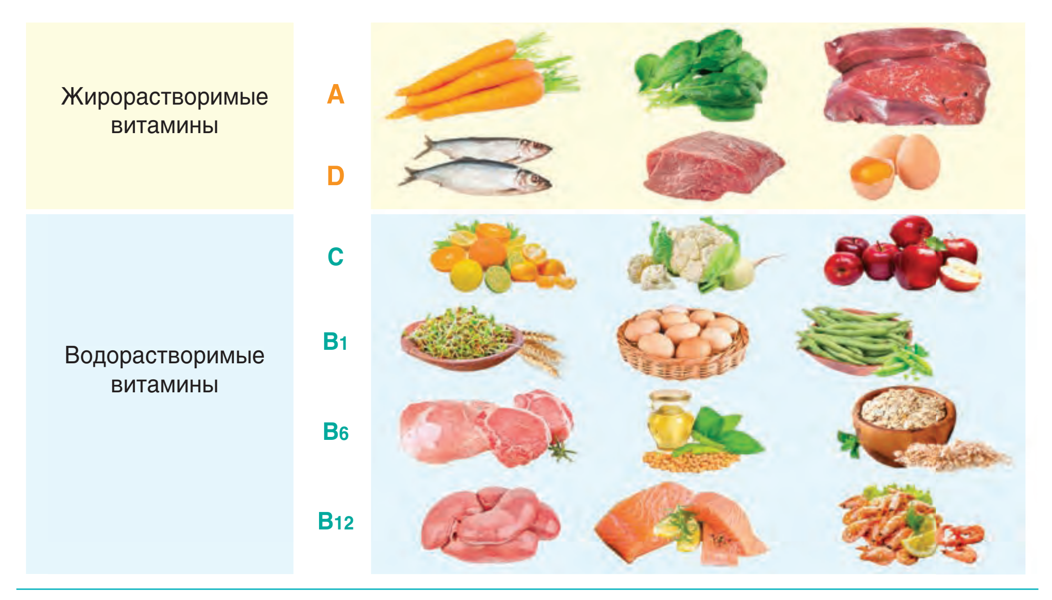


Рис. 69. Витамины и продукты, в которых они содержатся

В настоящее время известно несколько десятков витаминов. Традиционно их обозначают латинскими буквами и разделяют на растворимые в жирах и растворимые в воде (рис. 69, табл. 9).

Таблица 9. **Характеристика основных витаминов**

Витамин	Функции	Признаки авитаминоза и гиповитаминоза
Жирорастворимые		
A	Необходим для роста, развития костной, эпителиальной, нервной ткани, образования зрительного пигмента	Задержка роста у детей, сухость кожи, снижение иммунитета, развитие *куриной слепоты* (нарушение сумеречного зрения)
D	Участвует в обмене кальция и фосфора, регулирует образование костной ткани	У детей развитие *рахита* (размягчение и искривление костей ног, замедление роста зубов, деформация грудной клетки)
Водорастворимые		
C	Необходим для нормального функционирования соединительной и костной ткани	Развитие *цинги* (повышенная утомляемость, кровоточивость десен, выпадение зубов, снижение иммунитета)

Продолжение

Витамин	Функции	Признаки авитаминоза и гиповитаминоза
B_1	Участвует в регуляции обмена белков, жиров и углеводов. Способствует процессу запоминания	Вызывает болезнь *бери-бери* (поражение сердечно-сосудистой и нервной систем с параличом конечностей и атрофией мышц)
B_6	Участвует в регуляции обмена белков, улучшает работу головного мозга	Повышенная утомляемость, воспаления кожи, выпадение волос
B_{12}	Регулирует обмен веществ, поддерживает работу нервной системы	Заболевания нервной системы (склероз, паралич)

Сохранение витаминов в продуктах питания зависит от условий и длительности их хранения, а также от кулинарной обработки. Витамины А и В быстро разрушаются в процессе варки, а витамин С — даже при контакте с воздухом.

■ **Повторим главное.** Обмен веществ и энергии — основной признак жизни и непременное условие ее поддержания. ◆ Благодаря непрерывно протекающим обменным процессам происходит обновление и восстановление числа клеток, а также освобождение энергии для поддержания жизнедеятельности организма. ◆ Важную роль в обменных процессах играют водо- и жирорастворимые витамины. При их дефиците обмен веществ нарушается и развиваются тяжелые заболевания.

Ключевые вопросы. **1.** Какова роль белков, жиров и углеводов в обмене веществ? **2.** Почему в качестве основного источника энергии используются углеводы, а не жиры? **3.** Какую роль в обменных процессах играют макро- и микроэлементы? **4.** Как осуществляется регуляция обмена веществ? **5.** Какова роль в организме человека витамина А? Витамина D? Витамина С? Витаминов группы В? **6.** Какие продукты являются основными источниками витамина А? Витамина D? Витамина С? Витаминов группы В? **7.** К развитию каких именно заболеваний приводит дефицит витамина А? Витамина D? Витамина С? Витамина B_1?

Сложные вопросы. **1.** Почему исключение из пищевого рациона продуктов, содержащих жиры, не гарантирует снижения массы тела? **2.** Почему зимой организму требуется меньше воды, чем летом? **3.** Объясните пословицу: «Добрый повар доктора стоит». **4.** Почему чистить и нарезать овощи и фрукты нужно непосредственно перед употреблением?

§ 38. Общий план строения пищеварительной системы. Пищеварение в ротовой полости

- **Вспомните.** У каких представителей животного мира смена зубов продолжается в течение всей жизни? В чем заключаются особенности дифференцированной зубной системы у млекопитающих животных? Какие функции выполняют слюнные железы у разных представителей животного мира?
- **Как вы думаете?** Существуют ли в нашем организме механизмы дезинфекции органов и процессов пищеварения?
- **Вы узнаете** об особенностях ухода за зубами; о функциях слюнных желез и их роли в пищеварении.

В ***пищеварительной системе*** человека можно выделить три основных отдела: передний, средний и задний.

Передний отдел образован органами ротовой полости, глоткой и пищеводом (рис. 70). Здесь осуществляется, главным образом, механическая,



Рис. 70. Общий план строения пищеварительной системы

а также химическая переработка пищи. Химическое переваривание пищи — это ферментативное расщепление крупных молекул питательных веществ до более мелких. *Пищеварительные ферменты* представляют собой вещества белковой природы. Они поступают в различные отделы пищеварительного тракта в составе пищеварительных соков. Для их оптимального действия необходима определенная температура — +37—38 °С.

Средний отдел включает в себя желудок, тонкую и толстую кишку, а также печень и поджелудочную железу (см. рис. 70). Средний отдел отвечает за химическую обработку пищи, всасывание и формирование каловых масс.

И наконец, **задний отдел**, представленный прямой кишкой, обеспечивает выведение непереваренных остатков пищи из организма.

Рассмотрим, как устроены и функционируют органы пищеварительной системы.

Ротовая полость служит для механической и химической обработки пищи, которая происходит с участием языка и зубов. У взрослого человека 32 зуба: по 4 резца, 2 клыка, 4 малых и 6 больших коренных зубов на каждой челюсти (рис. 71).

▶ **Это интересно.** За всю жизнь у человека формируются 52 зуба. В 6—9-месячном возрасте у ребенка появляются первые молочные зубы. Прорезывание постоянных зубов начинается в 6 лет, а заканчивается к 14—15 годам. Исключение составляют зубы мудрости, появление которых задерживается порой до 20—30 лет.

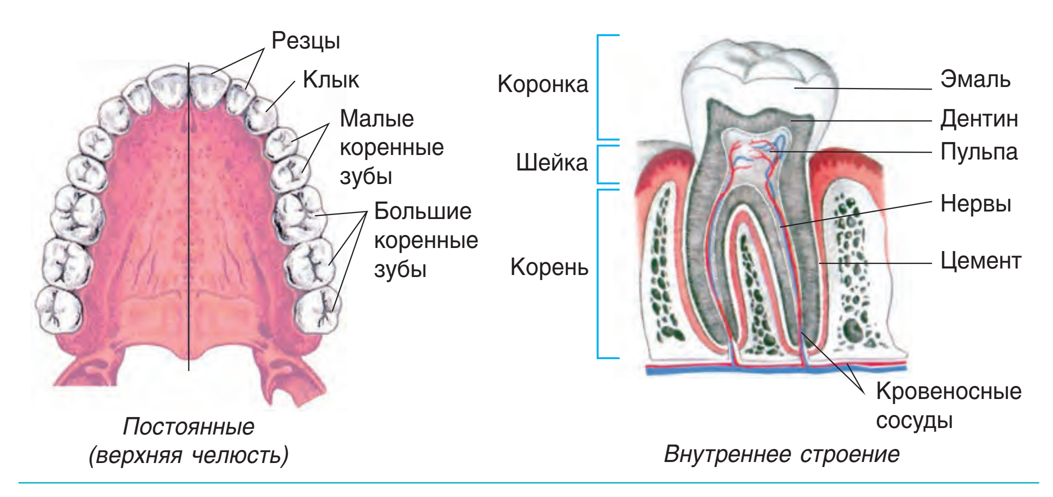


Рис. 71. Зубы человека

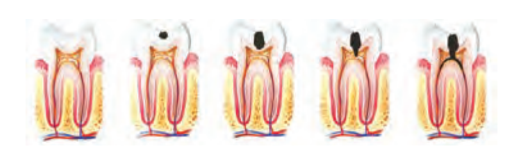


Рис. 72. Развитие глубокого кариеса

Зуб имеет *корень*, погруженный в лунку, *шейку* и выступающую над десной *коронку*. Внутри корня проходит канал, расширяющийся в полость зуба. Он заполнен рыхлой соединительной тканью, содержащей кровеносные сосуды и нервы.

Коронка зуба покрыта одним из самых прочных веществ в организме человека — *эмалью*. Хотя по своей твердости эмаль приближается к кварцу, со временем и она может стираться и давать трещины.

Здоровые зубы — обязательное условие нормальной работы органов пищеварения. При больных зубах пища во рту плохо измельчается, что существенно затрудняет ее последующую обработку ферментами.

Самое распространенное заболевание зубов — **кариес**. Риск его развития существенно возрастает при наличии в пищевом рационе избытка сахаров. Образующиеся в результате их брожения кислые продукты действуют на эмаль зуба, вызывая растворение минеральных веществ. Со временем степень разрушения зуба возрастает и появляется *кариозная полость* (рис. 72). Прием горячей или холодной пищи, сладкого или кислого при кариесе вызывает невыносимую боль и заставляет обратиться за квалифицированной помощью даже самых «терпеливых» пациентов.

Основными мерами профилактики кариеса являются: 1) регулярный уход за полостью рта; 2) снижение потребления углеводов; 3) использование ополаскивателей для полости рта; 4) использование фторсодержащих зубных паст; 5) соблюдение правильной технологии чистки зубов; 6) осмотр у стоматолога не реже 1 раза в полгода.

Кариозный зуб опасен еще и тем, что является очагом инфекции в организме. Вот почему очень важно следить за здоровьем зубов, чтобы сохранить здоровье всего организма.

Не менее важную роль в пищеварении играет **язык**. С его помощью мы не только перемешиваем пищу, но и ощущаем ее вкус. Расположенные на поверхности языка рецепторы позволяют нам воспринимать температуру и физическое состояние пищи.

При пережевывании пища смешивается со слюной, которую выделяют **слюнные железы**. Наиболее крупные из них — парные *околоушные*, *подъязычные* и *поднижнечелюстные* (см. рис. 70).

В состав слюны входят пищеварительные ферменты, соли различных кислот и слизь, благодаря которой пищевая масса легко проглатывается. Содержащееся в слюне вещество белковой природы лизоцим придает ей антибактериальные свойства.

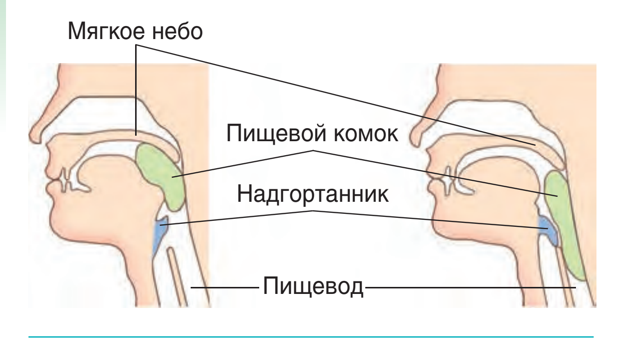


Рис. 73. Схема акта глотания

В слабощелочной среде ферменты слюны *амилаза* и *мальтаза* расщепляют сложные углеводы (крахмал) до более простых (глюкозы). Так как пребывание пищи в ротовой полости непродолжительно, действие амилазы и мальтазы реализуется в желудке. Но только до тех пор, пока пищевой комок не пропитается желудочным соком. В кислой среде ферменты слюны утрачивают свою активность.

Пережеванная пища проталкивается языком в направлении **глотки**, которая соединяет ротовую полость с пищеводом и носовую полость с гортанью. В момент совершения глотательных движений надгортанник прикрывает вход в гортань, препятствуя попаданию пищи в дыхательные пути (рис. 73).

Отверстие, через которое ротовая полость сообщается с глоткой, называется **зевом**. По его бокам находятся *миндалины*, представляющие собой скопления лимфоидной ткани. Они являются важным звеном иммунной защиты на пути болезнетворных микроорганизмов.

От глотки начинается **пищевод** — мышечная трубка длиной около 25—30 см, по которой пища попадает в желудок (см. рис. 70).

Таким образом, в ротовой полости пища размельчается, смачивается, обволакивается слизью, частично обеззараживается и подвергается действию ферментов.

■ **Повторим главное.** Пищеварительная система человека включает органы ротовой полости, глотку, пищевод, желудок, тонкую и толстую кишку. К ней относятся также печень, поджелудочная железа и другие органы. ◆ Главную роль в процессах пищеварения играют ферменты. Это вещества белковой природы, обеспечивающие расщепление сложных компонентов пищи до более простых. ◆ В ротовой полости пища измельчается и подвергается химической обработке. ◆ Входящий в состав слюны фермент амилаза запускает реакцию расщепления крахмала. ◆ Ежедневный уход за зубами и полостью рта — обязательный атрибут здорового образа жизни.

Ключевые вопросы. 1. Какие органы входят в состав пищеварительной системы? **2.** Как устроен зуб? **3.** Что такое кариес? **4.** Почему следует лечить молочные зубы? **5.** Как нужно ухаживать за зубами? **6.** Какие физические и химические изменения происходят с пищей в ротовой полости? **7.** Почему пищу следует тщательно пережевывать?

Сложные вопросы. 1. Почему плохо пережеванная пища дольше задерживается в желудке, чем кашицеобразная или жидкая? **2.** Появлению какой профессии дал толчок процесс получения удовольствия от еды?

§ 39. Пищеварение в желудке и кишечнике. Регуляция пищеварения

- **Вспомните.** У каких животных пищеварительные процессы протекают быстрее: у хищных или растительноядных? Почему? Каковы основные различия между нервным и гуморальным механизмами регуляции функций в организме?
- **Как вы думаете?** Почему тонкий кишечник является самой длинной частью пищеварительного тракта?
- **Вы узнаете** о строении и функциях желудка и кишечника; о регуляции пищеварения.

Пищеварение в желудке. **Желудок** — вместительное расширение пищеварительной трубки емкостью 1,5—2 л (рис. 74). Его слизистая оболочка собрана в складки, в которые открываются выводные протоки многочисленных пищеварительных желез.

В желудке пища задерживается на несколько часов. За это время она пропитывается **желудочным соком** и превращается в жидкую кашицу. Желудочный сок содержит ферменты *пепсин* и *липазу*, 0,5%-й раствор

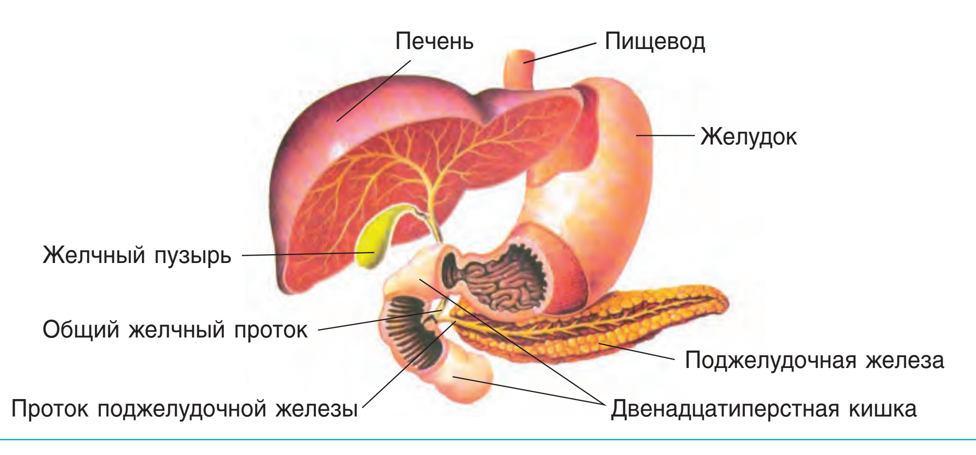


Рис. 74. Желудок (расположение и строение)

соляной кислоты (HCl) и слизь. Пепсин расщепляет сложные молекулы белка, липаза — жиры молока на более простые вещества, которые подвергаются дальнейшим химическим изменениям в кишечнике. Соляная кислота уничтожает болезнетворные микроорганизмы и активизирует ферменты. Слизь препятствует перевариванию стенок желудка его собственными ферментами.

Благодаря сокращениям мышечной оболочки желудка пищевая кашица перемешивается и отдельными порциями поступает в тонкую кишку.

Пищеварение в тонкой кишке. Тонкая кишка занимает большую часть брюшной полости. Ее начальный отдел — **двенадцатиперстная кишка** — получил такое название из-за своей длины, равной 12 сложенным вместе пальцам (см. рис. 74). По специальным протокам в двенадцатиперстную кишку поступают продукты жизнедеятельности поджелудочной железы и печени.

Поджелудочная железа находится позади желудка в изгибе двенадцатиперстной кишки. В течение суток она секретирует около 1,5 л пищеварительного сока. Сок поджелудочной железы содержит уже известные вам ферменты амилазу и липазу, а также фермент *трипсин*, способствующий расщеплению белков. Интересно, что активным трипсин становится только в двенадцатиперстной кишке.

Печень является самой крупной пищеварительной железой. У взрослого человека ее масса достигает 1,8 кг. На нижней поверхности печени располагается **желчный пузырь** (см. рис. 74), обеспечивающий концентрирование желчи. При поступлении в двенадцатиперстную кишку желчь активирует ферменты и эмульгирует (разбивает на мелкие капельки) жиры, что облегчает их переваривание и всасывание. Создавая щелочную реакцию, желчь усиливает двигательную активность двенадцатиперстной кишки.

Активное участие в пищеварении принимают не только поджелудочная железа и печень, но и пищеварительные железы собственно тонкой кишки. Выделяемый ими сок состоит из жидкой части и комочков слизи, содержащих слущенные клетки кишечного эпителия. При разрушении этих клеток освобождаются заключенные в них ферменты, которые завершают расщепление питательных веществ.

Всасывание. Образовавшиеся в результате действия пищеварительных ферментов продукты расщепления белков, жиров и углеводов транспортируются в кровь и лимфу. Процесс переноса компонентов пищи из полости пищеварительного тракта во внутреннюю среду организма получил название **всасывание**.

Всасывание осуществляется практически во всех отделах пищеварительной системы. В ротовой полости оно незначительно вследствие кратковременного пребывания здесь пищи. В желудке всасывается небольшое количество глюкозы, воды и минеральных солей. Наиболее высока интенсивность всасывания в тонкой кишке, слизистая оболочка которой по своему строению максимально приспособлена для обеспечения этого процесса. На площади 1 $см^2$ слизистой оболочки располагается около 2500 специальных «органов всасывания» — *ворсинок* (рис. 75). Каждая из них представляет собой пальцеобразный вырост, покрытый однослойным эпителием. Хотя высота ворсинки достигает всего 1,2 мм, благодаря их внушительному общему количеству площадь поверхности тонкого отдела кишечника существенно возрастает.

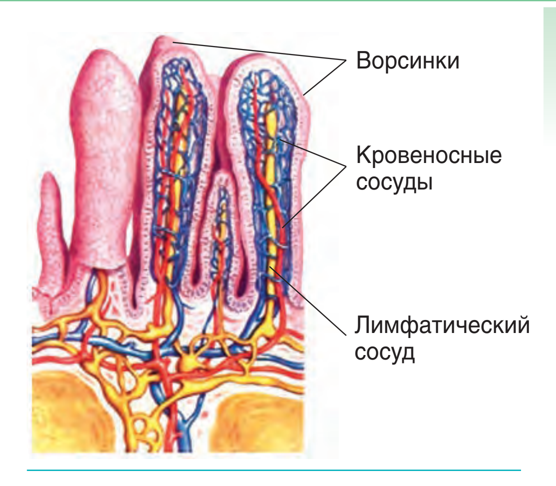


Рис. 75. Кишечные ворсинки

Внутри ворсинки находятся кровеносная сеть и лимфатический капилляр. Продукты расщепления белков и углеводов всасываются, главным образом, в кровь, а продукты расщепления жиров — в лимфу. Оттекающая от желудка и кишечника кровь по воротной вене направляется в печень, которая обезвреживает попавшие в нее ядовитые вещества.

Пищеварение в толстой кишке. **Толстая кишка** является конечным отделом пищеварительной системы (см. рис. 70). Ее длина колеблется от 1,5 до 2 м, а диаметр составляет около 6 см. Она отличается от тонкой кишки не только бóльшим диаметром, но и наличием характерных вздутий.

Начинается толстая кишка мешкообразным выпячиванием — *слепой кишкой*, от которой отходит *червеобразный отросток* (*аппендикс*). Его воспаление (аппендицит) — одно из наиболее частых заболеваний брюшной полости, чаще всего требующих хирургического лечения.

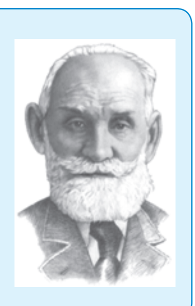
Толстая кишка не имеет ворсинок и почти лишена пищеварительных желез. В основном в ней происходит всасывание воды и формирование из непереваренных остатков пищи кала. Обитающие в толстой кишке бактерии принимают участие в образовании органических кислот, газов, некоторых витаминов и токсических веществ. Бактерии также

обеспечивают частичное расщепление целлюлозы, на которую не действуют пищеварительные ферменты.

Конечный отрезок толстой кишки — *прямая кишка* с *анальным отверстием*, служит для удаления непереваренных остатков пищи.

Регуляция деятельности органов пищеварения. Согласование двигательной, секреторной и всасывательной функций пищеварительной системы достигается путем тесного взаимодействия нервных и гуморальных механизмов регуляции. Рассмотрим, как осуществляется регуляция пищеварения на каждом отдельно взятом этапе.

Известные ученые. Регуляция пищеварения с исключительной глубиной и тщательностью была изучена русским физиологом Иваном Петровичем Павловым (1849—1936). Им был разработан оригинальный метод исследования желудочной секреции. Оперативным путем Павлов изолировал часть желудка собаки с сохранением его иннервации. В эту обособленную часть, обладающую полноценной функцией, пища не попадала. Через вживленную в нее фистулу (трубку) можно было собирать чистый желудочный сок и исследовать его состав и свойства.



В ротовой полости с помощью многочисленных рецепторов мы распознаем вкус, температуру и консистенцию пищи. От рецепторов по чувствительным нервным волокнам возбуждение передается в центр слюноотделения продолговатого мозга. От него команда направляется к слюнным железам, в результате чего выделяется слюна. Так осуществляется *безусловно-рефлекторная регуляция* слюноотделения. Но «слюнки могут течь» и от вида, запаха, одного разговора о еде. Это *условно-рефлекторное* слюноотделение. Оно возникает только на хорошо знакомые продукты питания. Внешний вид экзотических фруктов и блюд, которые мы никогда не пробовали, слюноотделения не вызовет.

Секреция желудочного сока начинается еще до поступления пищи в желудок. Такой сок получил название *запального*, или *аппетитного*, то есть подготавливающего желудок к приему пищи. Сходным образом выделяются желчь и сок поджелудочной железы. Последующее механическое раздражение пищей рецепторов полости рта и желудка усиливает желудочную секрецию.

Важную роль в стимуляции секреторной деятельности желудочных желез играют биологически активные вещества. Они высвобождаются клетками желудка под воздействием блуждающего нерва и продуктов расщепления белков.

Как только кислая пищевая кашица поступает в двенадцатиперстную кишку, ее слизистая оболочка начинает рефлекторно выделять кишечный сок. К рефлекторному механизму присоединяется гуморальный: выделяются гормоны, которые стимулируют продукцию сока поджелудочной железы и желчи.

■ **Повторим главное.** В желудке пища подвергается действию соляной кислоты. Она уничтожает болезнетворные микроорганизмы и активизирует ферменты желудочного сока, запускающие расщепление белков. ◆ Наиболее интенсивно процессы пищеварения идут в тонкой кишке. Здесь присутствуют все ферменты, необходимые для расщепления белков, жиров и углеводов. И именно здесь наиболее интенсивно протекают процессы всасывания конечных продуктов. ◆ Толстая кишка заселена многочисленными бактериями. Она обеспечивает всасывание воды и формирование из непереваренных остатков пищи кала. ◆ Процессы пищеварения регулируются нервным и гуморальным механизмами.

? **Ключевые вопросы. 1.** Каково строение желудка? **2.** В какой отдел кишечника поступают сок поджелудочной железы и желчь? **3.** Какое значение в пищеварении имеют сок поджелудочной железы и желчь? **4.** Как строение тонкой кишки приспособлено к функции всасывания? **5.** Чем отличаются по строению и выполнению физиологических процессов тонкая и толстая кишка? **6.** Как осуществляется регуляция слюноотделения? **7.** Что такое запальный желудочный сок?

Сложные вопросы. 1. Перед употреблением в пищу мяса один человек выпил стакан сливок, а второй — стакан бульона. Как это скажется на переваривании мяса? **2.** Какую диету вы бы порекомендовали человеку, которому по медицинским показаниям удалили часть желудка? Часть тонкой кишки? **3.** Почему при жевании сухарей выделяется больше слюны, чем при жевании свежего хлеба? **4.** Почему при волнении пересыхает во рту? **5.** Можно ли заставлять детей есть под угрозой наказания?





Желудочно-кишечные заболевания и их профилактика

Предупреждение пищевых отравлений. При неправильном хранении или нарушении технологии приготовления продуктов питания в них могут оказаться болезнетворные микроорганизмы или образоваться ядовитые вещества. Употребление таких продуктов чрезвычайно опасно. Например, смертельную опасность для человека представляют бактерии,



Бактерия ботулизма   Сальмонелла   Холерный вибрион

Рис. 76. Болезнетворные бактерии

вызывающие **ботулизм** (рис. 76). Они живут в кишечнике крупного рогатого скота, свиней, лошадей, грызунов, не вызывая у них заболевания. Попадая в почву, возбудитель ботулизма нередко оказывается на овощах, грибах и других продуктах, используемых для консервирования. Так как он развивается без доступа воздуха, герметически закрытые консервные банки становятся для него идеальной средой обитания.

Возбудитель ботулизма выделяет очень сильный токсин, поражающий нервную систему. Симптомы ботулизма проявляются в среднем через 18—24 ч после приема зараженной пищи. Заболевание обычно начинается с головной боли, тошноты, рвоты, болей в животе. Температура тела при этом может оставаться в пределах нормы. Через несколько суток наступает паралич глазодвигательных мышц. При тяжелом течении болезни может развиться дыхательная недостаточность.

Внимание! Если консервная банка хотя бы немного вздута, ее содержимое непригодно к употреблению.

Нередко в продукты питания попадают бактерии — **стафилококки**. Особенно активно они размножаются в молоке, мясе, рыбе и также могут вызывать тяжелые отравления.

При контакте с крупным и мелким рогатым скотом, домашней птицей, кошками, собаками можно заболеть **сальмонеллезом**. Это острая кишечная инфекция бактериальной природы (см. рис. 76). Чаще всего заражение происходит через инфицированные продукты питания: мясо, молоко, яйца. Сальмонеллез начинается с резкого повышения температуры тела. Появляются озноб, головная боль, слабость и головокружение. Возникают боли в животе, сопровождающиеся поносом и рвотой.

Человечество на протяжении всей своей истории страдало и продолжает страдать от смертоносных вспышек **холеры**. Симптомы заболевания вызываются токсином, который продуцируется холерным вибрионом (см. рис. 76). Он хорошо сохраняется в воде, устойчив к холоду, но плохо переносит нагревание. Как и другие болезнетворные бактерии, холерный вибрион погибает от хлорной извести (хлорки) или хлорамина. При угрозе холеры рекомендовано обеззараживание воды, частое мытье рук, термическая обработка пищи.

Сильное отравление могут вызвать попавшие в продукты или готовую пищу большие количества тяжелых металлов: свинца, цинка, меди или мышьяка. Чаще других встречается отравление цинком при хранении кислых продуктов (квас, квашеная капуста и др.) в оцинкованной посуде.

Смертельно опасны **ядовитые грибы**. Даже небольшой кусочек бледной поганки может привести к гибели человека. Поэтому очень важно знать и уметь отличать съедобные грибы от ядовитых (рис. 77). Не менее опасны **ядовитые растения**: белена черная, волчеягодник обыкновенный (волчье лыко), дурман, вороний глаз и др.



Рис. 77. Ядовитые грибы и растения Беларуси

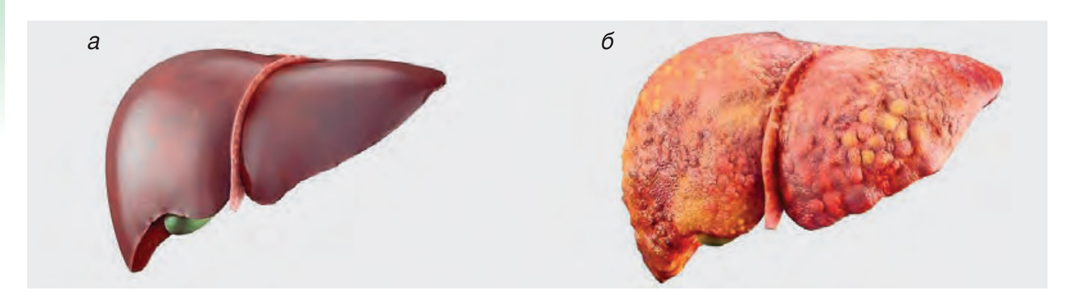


Рис. 78. Печень здорового человека (*а*) и страдающего циррозом (*б*)

При первых признаках пищевого отравления (общее недомогание, боли в брюшной полости, понос, рвота) необходимо как можно быстрее освободить желудок от пищи. Для этого пострадавшему дают выпить 1,5—2 л воды комнатной температуры, в которую добавляют несколько кристаллов марганцовки или щепотку пищевой соды. Затем надавливанием пальцами на корень языка вызывают рвотный рефлекс. Процедуру повторяют до тех пор, пока вода, покидающая желудок, не будет иметь примеси пищи. После этого больному дают активированный уголь, укладывают в постель, тепло укрывают и вызывают врача.

В большинстве случаев желудочно-кишечные инфекции являются следствием несоблюдения элементарных правил личной гигиены. В этой связи их часто называют болезнями грязных рук.

Запомните! Чтобы не болеть, регулярно мойте руки водой с мылом!

Влияние на пищеварение алкоголя и никотина. Алкоголь и никотин крайне пагубно сказываются на функциях пищеварительной системы. Систематический прием алкоголя приводит к развитию целого ряда заболеваний. Среди них наиболее часто встречаются **гастрит** (воспаление слизистой оболочки желудка), **панкреатит** (воспаление поджелудочной железы) и **цирроз** (хроническое заболевание печени) (рис. 78). В подростковом возрасте слизистая оболочка желудочно-кишечного тракта нежная и легкоранимая, поэтому спиртные напитки оказывают на нее особенно острое и губительное действие. Не забывайте об этом!

Курение можно рассматривать как постоянно действующий травмирующий фактор. У курильщиков со стажем нарушаются практически все пищеварительные процессы. Никотин, смолы, аммиак, кислоты и другие составляющие табачного дыма раздражают язык, глотку, пищевод и желудок. Существенно возрастает риск возникновения

злокачественных опухолей этих органов. Из-за перепада температур разрушаются зубы. Курильщик — это человек, ведущий смертельно опасный образ жизни.

ПОДВЕДЕМ ИТОГИ

Обмен веществ и энергии — основной признак жизни и непременное условие ее существования. Благодаря непрерывно протекающим обменным процессам происходит обновление и восстановление численности клеток, а также освобождение энергии для поддержания жизнедеятельности организма.

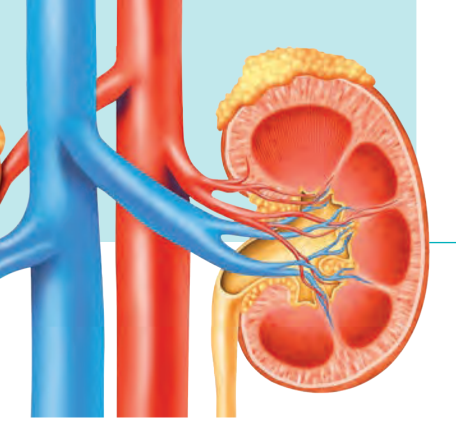
Важную роль в обменных процессах играют витамины. При их дефиците обмен веществ нарушается и развиваются тяжелые заболевания.

Питательные вещества не могут усваиваться организмом в том виде, в котором они в него попадают. Необходима их предварительная механическая и химическая обработка. Эти задачи в полной мере решает пищеварительная система. Ее органы осуществляют секреторную, двигательную и всасывательную функции. Органы пищеварительной системы также обеспечивают удаление из организма конечных продуктов обмена и непереваренных остатков пищи.

Химическая обработка пищи становится возможной благодаря деятельности ферментов, которые поступают в желудочно-кишечный тракт в составе пищеварительных соков. Как правило, это молекулы белковой природы, благодаря которым белки, жиры и углеводы расщепляются на более простые вещества, не имеющие видовой специфичности. Продукты расщепления всасываются через слизистую оболочку желудка, тонкого и частично толстого кишечника в кровь и лимфу, которые переносят их по всему организму.

Регуляция функций пищеварительной системы осуществляется нервной системой и посредством биологически активных веществ.

Оптимальная деятельность пищеварительной системы возможна лишь в случае полного отказа от вредных привычек. Алкоголь и никотин являются травмирующими факторами, существенно увеличивающими риск возникновения патологических процессов.



Глава 10
Выделительная система

Вы узнаете

- *строение и функции органов мочевыделительной системы;*
- *как образуется моча;*
- *как регулируется процесс мочеобразования.*

Вы научитесь

- *объяснять связь между строением и функцией органов мочевыделительной системы;*
- *объяснять значение питьевого режима для поддержания водно-солевого баланса в организме;*
- *обосновывать соблюдение правил гигиены для профилактики заболеваний мочевыделительной системы.*

Освобождение организма от конечных продуктов обмена, чужеродных веществ, воды, солей происходит путем выделения. Благодаря выделению поддерживается оптимальный состав внутренней среды и обеспечивается нормальная жизнедеятельность организма.

Выделительная функция осуществляется почками, желудочно-кишечным трактом, легкими, кожей и слизистыми оболочками.

Почки очищают плазму крови от азотсодержащих продуктов распада белков и лекарственных препаратов. Они также участвуют в поддержании постоянства водно-солевого обмена и других параметров гомеостазиса.

Через потовые железы удаляются вода и минеральные соли, а через органы дыхания — углекислый газ, вода и некоторые летучие вещества.

Кишечник обеспечивает удаление продуктов распада пищевых веществ, которые не подверглись всасыванию в кровь, солей тяжелых металлов, ионов магния, кальция, а печень — желчи.

С функциональной точки зрения все перечисленные органы можно объединить под общим названием **выделительная система организма**.

§ 40. Строение мочевыделительной системы

- **Вспомните.** Какие органы входят в состав мочевыделительной системы позвоночных животных?
- **Как вы думаете?** Почему нарушение функций обоих почек несовместимо с жизнью?
- **Вы узнаете** о строении и функциях органов мочевыделительной системы.

Мочевыделительная система включает в себя почки, мочеточники, мочевой пузырь и мочеиспускательный канал (рис. 79).

Почки представляют собой органы бобовидной формы, расположенные в поясничной области. Левая почка несколько больше и размещается чуть выше, чем правая.

Через вогнутый край почки — ворота в нее входят почечные артерия и нервы, а выходят мочеточник и почечная вена. Снаружи почка покрыта капсулой — плотным чехлом из соединительной ткани.

На поперечном разрезе почки хорошо видны ее корковое и мозговое вещество (рис. 80, с. 164). *Корковое* вещество расположено по периферии и отдельными участками вклинивается в мозговое.

Мозговое вещество имеет более светлый оттенок. Оно состоит из 10—15 *почечных пирамид*, разделенных прослойками коркового вещества. Вершины почечных пирамид направлены в почечную лоханку — полость, в которой собирается моча.

От почечной лоханки берет начало тонкая мышечная трубка — **мочеточник.** Назначение этого органа заключается в выведении мочи в мочевой пузырь.

Мочевой пузырь (см. рис. 79) представляет собой гладкомышечный мешок емкостью 250—500 мл. Он служит для сбора мочи и своими сокращениями обеспечивает ее удаление во внешнюю среду.

От мочевого пузыря отходит **мочеиспускательный канал,** по которому моча выводится за пределы организма. На границе

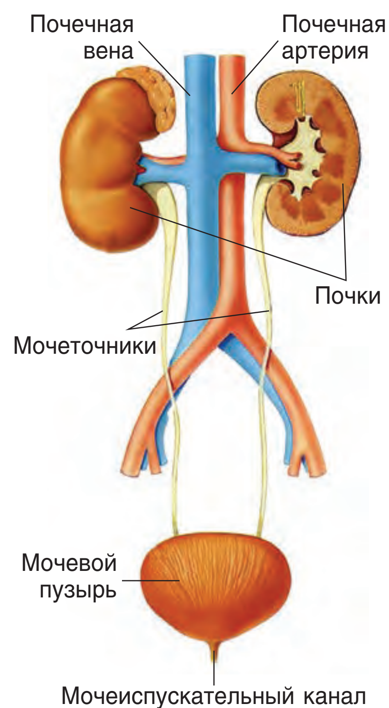


Рис. 79. Мочевыделительная система

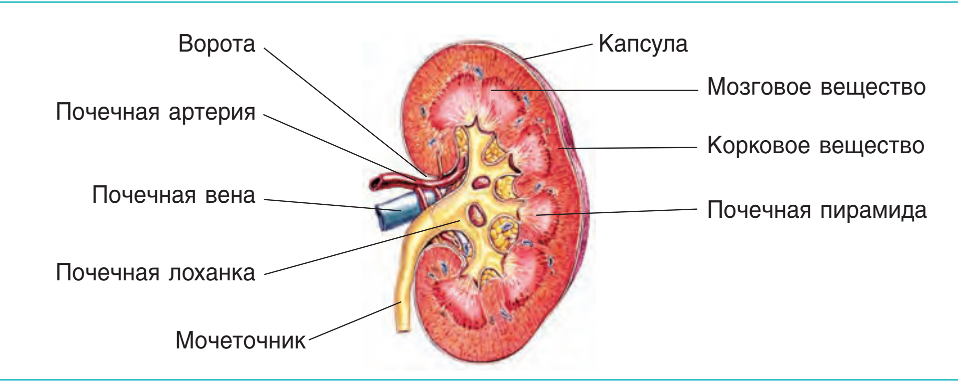


Рис. 80. Строение почки

между ними находится непроизвольная круговая мышца — *сфинктер*. Еще один сфинктер перекрывает мочеиспускательный канал. Работа этого сфинктера поддается волевому контролю, что позволяет человеку контролировать акт мочеиспускания.

При наполнении мочевого пузыря его стенки растягиваются и появляются позывы к мочеиспусканию. Начинают сокращаться мышцы мочевого пузыря с одновременным расслаблением сфинктеров, и мочевой пузырь опорожняется.

Центр рефлекса мочеиспускания находится в спинном мозге. Он контролируется корой больших полушарий головного мозга.

■ **Повторим главное.** Мочевыделительная система обеспечивает удаление из организма воды, минеральных солей, конечных продуктов белкового обмена, а также ядовитых веществ. ◆ У человека мочевыделительная система представлена почками, мочеточниками, мочевым пузырем и мочеиспускательным каналом. ◆ Почки покрыты капсулой и состоят из коркового и мозгового вещества. ◆ Мочеточники соединяют почки с мочевым пузырем, который выполняет функцию резервуара для мочи. ◆ Мочеиспускательный канал обеспечивает выведение мочи за пределы организма. ◆ Мочеиспускание носит сложный рефлекторно-произвольный характер.

Ключевые вопросы. 1. В чем состоит сущность выделительных процессов? **2.** Какие органы и системы участвуют в выделении? Какие вещества они выводят из организма? **3.** Какие органы образуют мочевыделительную систему? Каковы их функции? **4.** Какое строение имеет почка? **5.** Как происходит мочеиспускание?

Сложные вопросы. 1. Несмотря на то что масса почек составляет всего 0,5 % массы тела, они потребляют 9 % утилизируемого организмом кислорода. С чем, на ваш взгляд, это связано? **2.** Как скажется на работе почек интенсивное потоотделение? **3.** В состав попадающих в организм с пищей белков входят атомы азота. Каков путь их перемещения в организме, если он представлен кишечником, мочевым пузырем, печенью, легкими и сердцем?

§ 41. Строение нефрона. Образование мочи

- **Вспомните.** Что понимают под гомеостазисом?
- **Как вы думаете?** Почему почки при выполнении своих функций по затрачиваемой энергии уступают только сердцу?
- **Вы узнаете** особенности строения нефрона и какова его роль в образовании мочи.

Строение нефрона. Структурно-функциональной единицей почки является **нефрон.** Он состоит из почечного тельца и системы канальцев (рис. 81).

Почечное тельце представлено капиллярным клубочком, погруженным в двустенную чашеподобную капсулу. Капсула образована однослойным плоским эпителием. Характерной особенностью строения внутренней стенки капсулы является наличие многочисленных

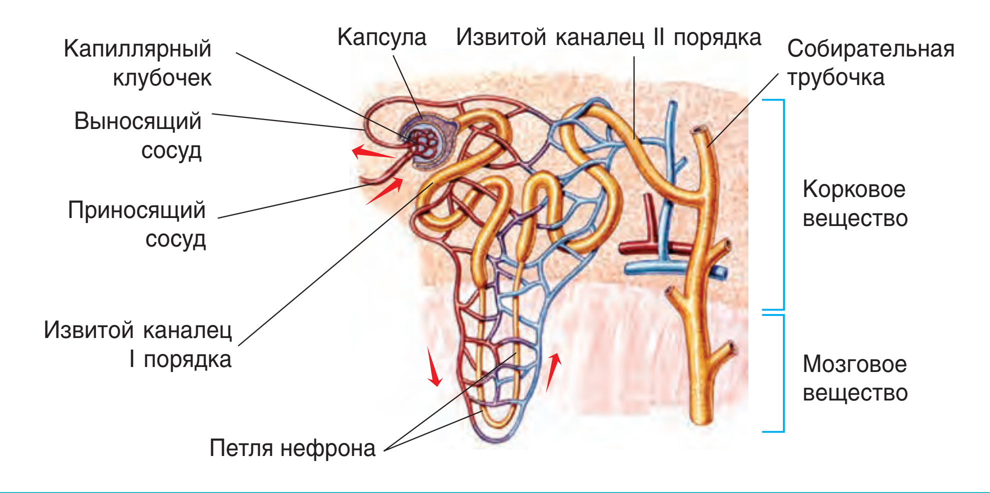


Рис. 81. Строение нефрона

цитоплазматических отростков. Отростки и щели между ними образуют биологический фильтр, через который проходит плазма крови.

Между стенками капсулы находится полость, которая переходит в просвет почечного канальца. В составе почечного канальца можно выделить три звена. Первое из них — *извитой каналец I порядка*. Он расположен в корковом веществе и почти вплотную прилегает к стенке капсулы. Второе звено — *петля нефрона* — находится в мозговом веществе. Третье звено — *извитой каналец II порядка* — впадает в собирательную трубочку. Следуя по собирательной трубочке, моча попадает в *почечную лоханку*.

▶ **Это интересно.** Длина канальцев всех нефронов составляет 100—120 км, а площадь поверхности их стенок — около 40 м^2.

Кровоснабжение почки обеспечивается отходящей от аорты *почечной артерией*. Она входит в ворота почки и распадается на более мелкие сосуды. В корковом веществе эти сосуды проникают внутрь почечных капсул и образуют *капиллярные клубочки* (рис. 82). Каждый из клубочков состоит примерно из 20—50 капиллярных петель. Капилляры клубочка собираются в *выносящий сосуд*, диаметр которого приблизительно в 2 раза меньше диаметра приносящего. Покинув капсулу, выносящий сосуд вторично распадается на капилляры. Они оплетают почечные канальцы и лишь затем переходят в мелкие вены, которые сливаясь образуют *почечную вену*, выносящую кровь из почки.

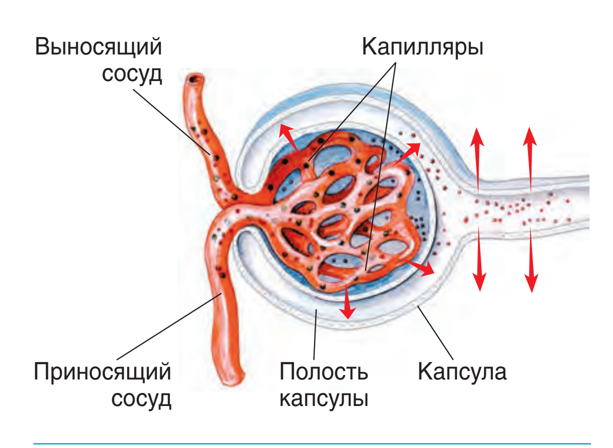


Рис. 82. Капиллярный клубочек

Таким образом, почка содержит в себе две системы капилляров. Одна из них представлена сосудистыми клубочками, а другая соединяет артерии с венами.

Образование мочи является результатом двух разнонаправленных процессов — фильтрации и реабсорбции (обратного всасывания).

В капиллярах клубочка плазма крови находится под достаточно высоким давлением.

В процессе **фильтрации** она легко проникает сквозь тонкую стенку капилляра и внутреннюю стенку капсулы в ее полость, а затем в извитые канальцы. Фильтруются, главным образом, вода и небольшие молекулы различных веществ (минеральные соли, мочевина, глюкоза, витамины). Высокомолекулярные вещества, например белки́, а также форменные элементы крови, остаются в крови. Образовавшийся фильтрат носит название первичной мочи. За сутки ее вырабатывается около 160 л.

По мере прохождения первичной мочи по канальцам нефрона ее количество существенно уменьшается за счет процессов **реабсорбции**. Из первичной мочи обратно в кровь, проходящую по капиллярам, оплетающим извитые канальцы, поступают вода, минеральные соли, витамины и глюкоза. В результате реабсорбции образуется вторичная моча. По собирательным трубочкам она поступает сначала в почечные лоханки, а затем по мочеточникам в мочевой пузырь. Ежесуточно образуется 1,7—2,0 л вторичной мочи. Вторичная моча содержит примерно 95 % воды, 1,8 % мочевины, 0,05 % мочевой кислоты и существенно больше, чем плазма крови, минеральных солей.

При наличии малейших подозрений на нарушение функций мочевыделительной системы врачом назначается **общий анализ мочи**. Он дает представление не только о работе почек, но и об общем состоянии организма.

Повторим главное. Нефрон состоит из почечного тельца и системы извитых канальцев. ◆ Процесс образования мочи включает два этапа — фильтрацию и реабсорбцию (обратное всасывание). ◆ В процессе фильтрации образуется первичная моча, а в процессе обратного всасывания — вторичная моча.



Ключевые вопросы. 1. Что является структурно-функциональной единицей почки? **2.** Объясните механизм образования мочи. Из каких этапов он состоит? **3.** Что такое первичная и вторичная моча? В чем их различие?

Сложные вопросы. 1. В ночное время количество образующейся мочи уменьшается. С чем это связано? **2.** Почему в холодное время процесс мочеобразования усиливается? **3.** Диаметр выносящего сосуда в 2 раза меньше диаметра приносящего. Как скажется на мочеобразовании увеличение диаметра выносящего сосуда? **4.** Как вы понимаете выражение: «Состав мочи — это зеркало обмена веществ»?



§ 42. Регуляция мочеобразования. Гигиена мочевыделительной системы

- **Вспомните.** В чем заключаются особенности нервного механизма регуляции?
- **Как вы думаете?** Почему при обнаружении у человека заболевания почек врач советует ему вначале вылечить больные зубы? На чем основываются такие рекомендации?
- **Вы узнаете** о регуляции мочеобразования и гигиене мочевыделительной системы.

Регуляция мочеобразования. Деятельность почек находится под контролем как нервных, так и гуморальных механизмов регуляции.

При возбуждении симпатической нервной системы просвет кровеносных сосудов почек уменьшается и первичной мочи образуется меньше. Стимуляция парасимпатической нервной системы дает противоположный эффект.

Выраженное влияние на мочеобразование оказывают гормоны гипофиза, надпочечников, щитовидной железы и самих почек. Так, гормон *вазопрессин* усиливает обратное всасывание воды из канальцев нефрона. *Адреналин* сужает приносящие и выносящие сосуды капиллярных клубочков, уменьшая мочеотделение. *Тироксин* усиливает мочевыделение, ослабляя реабсорбцию воды в почечных канальцах.

Тесное взаимодействие нервных и гуморальных механизмов регуляции мочеобразования обеспечивает водно-солевой гомеостазис организма.

Гигиена мочевыделительной системы играет очень важную роль в сохранении здоровья и трудоспособности человека. Нарушение функции почек ведет к отравлению организма веществами, которые в норме выводятся с мочой. В результате возникают тяжелейшие состояния, нередко несовместимые с жизнью. Хроническая почечная недостаточность развивается при повреждении более 70 % нефронов. О нарушениях в работе почек свидетельствует появление в моче белка, который обнаруживается при ее общем анализе.

Нарушение функций почек может быть вызвано длительной и частой произвольной *задержкой мочеиспускания*. При этом происходит заброс мочи из мочевого пузыря в мочеточники, и даже в почки, что приводит к воспалениям и почечной недостаточности.

Воспаление почек **(пиелонефрит)** может возникать при различных инфекциях, например при заболеваниях зубов и ангине. Такой способ проникновения микроорганизмов через кровь называется *нисходящей* инфекцией. Микроорганизмы могут попасть в почки через мочеиспускательный канал с так называемой *восходящей* инфекцией. Этому пути возникно-

вения заболеваний способствует несоблюдение правил личной гигиены, переохлаждение организма. Поэтому ни в коем случае нельзя сидеть на холодных камнях, бетонных ступенях или парапетах. Одеваться следует по погоде, а если промочили ноги, нужно вернуться домой и переобуться.

Негативное воздействие на почки оказывает употребление слишком острой пищи. Снижение в рационе поваренной соли несколько увеличивает фильтрацию. В то же время избыточный прием соли уменьшает количество образующейся мочи и может быть фактором риска многих заболеваний.

Достаточно распространенным урологическим заболеванием является **мочекаменная болезнь**. Чаще всего мочекаменная болезнь проявляется формированием камней в почках и мочевом пузыре. Травмируя слизистую оболочку мочевыводящих путей, они затрудняют отток мочи и вызывают нестерпимую боль.

К расстройствам функций почек могут привести нарушения обмена веществ, прием некоторых антибиотиков, злоупотребление алкоголем. Продукты распада алкоголя заставляют почки работать в усиленном режиме. Более того, прием алкоголя провоцирует развитие острых и обострение хронических воспалительных процессов в почечных лоханках и мочевом пузыре. Алкоголь инициирует образование в почках камней и замещение естественной почечной ткани соединительной.

Тяжелые нарушения деятельности почек вызывают попавшие в кровь свинец, ртуть, борная кислота, нафталин, некоторые органические яды.

Таким образом, в обеспечении нормальной работы почек важную роль играют личная гигиена, отказ от вредных привычек и профилактика острых и хронических заболеваний.

■ **Повторим главное.** Работа почек находится под контролем нервных и гуморальных механизмов регуляции. ◆ Нервная регуляция осуществляется главным образом с помощью симпатической нервной системы. ◆ Гуморальная регуляция происходит посредством гормонов гипофиза, надпочечников и щитовидной железы. ◆ Для предупреждения заболеваний органов мочевыделения следует избегать переохлаждения и отказаться от употребления острой пищи и алкоголя. ◆ Серьезную угрозу для мочевыделительной системы представляют природные и синтетические яды. ◆ Игнорирование правил гигиены мочеполовых органов значительно увеличивает риск развития инфекционных заболеваний выделительной системы.

Ключевые вопросы. 1. Как осуществляется нервная регуляция мочеобразования? **2.** Как происходит гуморальная регуляция мочеобразования? **3.** В чем заключаются основные правила личной гигиены, предупреждающие заболевания органов мочевыделительной системы?

Сложные вопросы. 1. О чем свидетельствует наличие глюкозы в моче? **2.** Предположите механизм действия мочегонных лекарственных средств. С какой целью их применяют? **3.** Часто болезни системы кровообращения усугубляются заболеваниями мочевыделительной системы. Как это можно объяснить? **4.** Как на функциях органов мочевыделительной системы может сказаться низкая физическая активность? **5.** Можно ли постоянно заменять обычную питьевую воду минеральной?

ПОДВЕДЕМ ИТОГИ

Выделение — это совокупность процессов, обеспечивающих удаление из организма продуктов обмена веществ. Наиболее важную роль в процессах выделения играют почки. Они обеспечивают выведение из организма избытка воды, минеральных солей, мочевины и мочевой кислоты. На их «плечи» ложится задача по удалению чужеродных и ядовитых веществ. С обязательным участием почек осуществляется регуляция артериального давления.

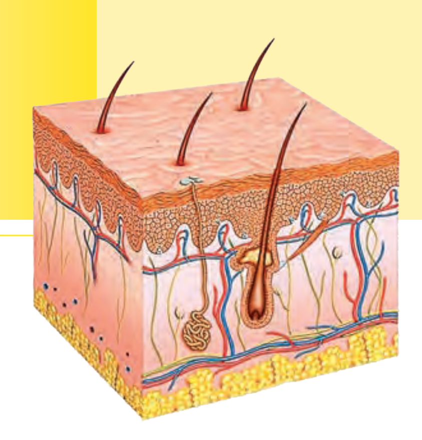
Мочевыделительная система представлена почками, мочеточниками, мочевым пузырем и мочеиспускательным каналом. Структурно-функциональной единицей почки является нефрон, состоящий из почечного тельца и системы канальцев. Мочеобразование складывается из двух процессов — фильтрации и реабсорбции. В результате фильтрации образуется первичная моча, в результате реабсорбции (обратного всасывания) — вторичная.

Нервная регуляция работы почек осуществляется автономной нервной системой, а гуморальная — гормонами гипофиза, надпочечников и щитовидной железы.

Мочеиспускание находится под контролем коры больших полушарий головного мозга и центра мочеиспускания спинного мозга.

Глава 11

Кожа — покров тела



Вы узнаете

- *как устроена кожа;*
- *какова роль кожи и ее производных в обеспечении барьерной, выделительной, защитной и терморегуляторной функций;*
- *о пользе закаливания.*

Вы научитесь

- *обосновывать соблюдение правил личной гигиены и грамотно ухаживать за своей кожей;*
- *оказывать первую помощь при ожогах и отморожениях, тепловом и солнечном ударах.*

Покровную систему нашего организма образует **кожа.** Она защищает тело от воздействий внешней среды, участвует в терморегуляции, выделении воды, мочевины и минеральных солей. Всего за сутки через кожу выводится 650 г воды и около 10 г углекислого газа.

Общая площадь кожи человека составляет 1,5—2 $м^2$. Это самый большой орган человеческого тела. Обладая столь внушительной рецепторной поверхностью, кожа обеспечивает осязательную, температурную и болевую чувствительность.

§ 43. Строение и функции кожи

- **Вспомните.** В чем заключаются особенности строения и функции эпителиальной ткани?
- **Как вы думаете?** Почему в процессе эволюции у человека существенно уменьшился волосяной покров тела, но сохранились волосы на голове?
- **Вы узнаете,** как устроена кожа и ее производные элементы; о роли кожи в процессах терморегуляции.

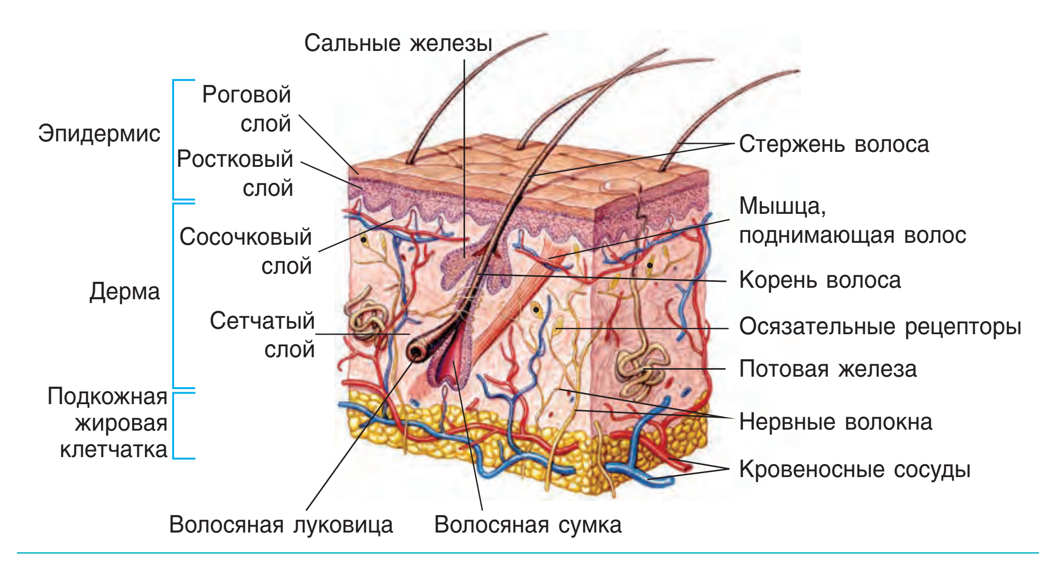


Рис. 83. Строение кожи

Строение кожи. Несмотря на незначительную толщину, кожа имеет весьма сложное строение. В ее составе обычно выделяют два слоя: эпидермис и де́рму (собственно кожу) (рис. 83).

Поверхностная часть **эпидермиса** образована постоянно слущивающимися роговыми чешуйками (*роговой слой*). Больше всего их на ладонях и подошвах стоп, в местах, где кожа подвергается постоянным механическим воздействиям.

В более глубоких слоях эпидермиса находятся клетки, которые непрерывно делятся (*ростковый слой*). Вновь образующиеся клетки перемещаются к поверхности кожи, превращаясь за время своего путешествия в роговые чешуйки.

> ▶ **Это интересно.** Каждый час кожа теряет около 600 000 роговых чешуек. За 27 дней происходит полная смена кожи. В течение человеческой жизни она меняется примерно 1000 раз, что по массе составляет около 48 кг.

В эпидермисе достаточно много *меланоцитов* — клеток, обеспечивающих образование меланина. Меланин определяет цвет кожи и защищает ткани от воздействия ультрафиолетовых лучей.

Производными эпидермиса являются *ногти*. Они располагаются на кончиках пальцев и защищают от внешних воздействий. Каждый ноготь состоит из корня — места его формирования и тела — роговой пластинки.

Дерма (собственно кожа) включает в себя сосочковый и сетчатый слои. *Сосочковый* слой состоит из рыхлой волокнистой соединительной ткани и представлен группой сосочков, образующих выпячивания в эпидермис. Эластические волокна соединительной ткани придают коже эластичность, а коллагеновые — упругость.

Кровеносные сосуды проходят в сосочки и повторяют их форму, напоминая женские шпильки для укладки волос.

▶ **Это интересно.** Сосочки приподнимают над собой эпидермис, образуя гребешки и борозды, определяющие рисунок кожи. На пальцах, ладонях и подошвах стоп он представлен строго индивидуальными дугами, петлями и завитками. Данное обстоятельство дало начало развитию дактилоскопии — раздела криминалистики, который помогает находить преступника по отпечаткам пальцев.

Сетчатый слой дермы образован многочисленными коллагеновыми волокнами. Они образуют сеть, благодаря которой кожа приобретает прочность. В сетчатом слое находятся волосяные луковицы, потовые и сальные железы. У человека около 3 млн потовых желез. Каждая из них имеет вид длинной трубочки, начальная часть которой свернута в клубочек. Образующийся в клубочке пот через проток выводится наружу. С ним выделяются вода, минеральные соли, аммиак, мочевина и др. За сутки у человека вырабатывается от 500 до 1300 мл пота.

Волос состоит из выступающего над кожей стержня и погруженного в нее корня. Корень волоса заканчивается расширением — **луковицей**, заключенной в узкий удлиненный канал — **волосяную сумку**. К ней прикрепляется гладкая мышца, поднимающая волос.

В волосяные сумки открываются протоки *сальных желез*. Они выделяют кожное сало, придающее коже эластичность. Кожное сало предохраняет кожу от высыхания и образования трещин, обеспечивает ее непроницаемость для воды, различных химических веществ и микроорганизмов. За сутки выделяется около 20 г кожного сала.

▶ **Это интересно.** Кожа головы взрослого человека содержит около 100 000—150 000 волосяных луковиц. У мужчин каждый отдельный волос растет и живет на протяжении 3 лет, а у женщин — на протяжении 10. Ежедневно количество волос на голове уменьшается приблизительно на 100 единиц. Общий прирост всех волос за день составляет почти 30 м.

В коже располагаются чувствительные нервные окончания, благодаря которым осуществляется связь организма с окружающей средой. С их помощью мы ощущаем прикосновения, тепло, холод и боль. Наибольшее количество рецепторов находится на лице, ладонях и кончиках пальцев.

Под дермой лежит **подкожная жировая клетчатка** — рыхлая соединительная ткань с жировыми отложениями (см. рис. 83). Она смягчает механические воздействия, обеспечивает сохранение тепла и является основным местом хранения энергетических запасов организма.

В подкожной жировой клетчатке расположено основное нервное сплетение кожи. От него берут начало многочисленные веточки, которые иннервируют потовые и сальные железы, кровеносные сосуды и корни волос.

Кожа осуществляет 1—1,5 % всего газообмена организма, из-за чего ее иногда называют вторыми легкими. И как вы уже знаете, кожа имеет самое непосредственное отношение к синтезу витамина D.

Роль кожи в поддержании температуры тела. Оптимальное протекание процессов жизнедеятельности возможно только при условии поддержания постоянной температуры тела. В подмышечной впадине здорового человека ее величина составляет 36,6 °C. Падение температуры тела ниже 32 °C или ее увеличение более 42 °C смертельно опасны.

Сохранение постоянной температуры тела достигается непрерывным уравновешиванием процессов образования и отдачи тепла — **терморегуляцией**. При преобладании процесса теплопродукции температура тела повышается, а при излишней теплоотдаче — снижается.

▶ **Это интересно.** За 30 мин организм человека выделяет столько тепла, сколько необходимо, чтобы вскипятить 1,5 л воды.

Главным фактором, влияющим на уровень теплового баланса, является температура окружающей среды. На ее изменения чутко реагируют холодовые и тепловые рецепторы кожи. Преобразованную в нервные импульсы информацию они направляют в центральный орган терморегуляции — *гипоталамус*. Меняя уровень активности отделов автономной нервной системы, гипоталамус контролирует продукцию и отдачу тепла. Так, при повышении внешней температуры он рефлекторно снижает интенсивность обменных процессов, уменьшая тем самым образование тепла. Одновременно с уменьшением теплопродукции расширяются кровеносные сосуды кожи. Количество проходящей через них крови увеличивается, и избыток тепла удаляется в окружающую среду.

Если температура воздуха превышает температуру тела, теплоотдача за счет расширения сосудов кожи утрачивает эффективность. В таком случае

главным способом поддержания постоянной температуры тела становится потоотделение. На испарение 1 г пота затрачивается 2,4 кДж энергии. Значит, чем больше испаряется пота, тем сильнее охлаждается кожа.

В случае понижения температуры окружающей среды сосуды кожи сужаются, и отдача тепла уменьшается. Часть крови при этом направляется к внутренним органам. В таких условиях продукция тепла может существенно увеличиваться за счет непроизвольных мышечных сокращений. Ярким подтверждением тому служит появление озноба, который сопровождается мышечной дрожью и «гусиной кожей».

■ **Повторим главное.** Кожа — наружный покров тела, обеспечивающий защиту от воздействий внешнего мира. ◆ В составе кожи выделяют два основных слоя: эпидермис и дерму. ◆ Эпидермис образован постоянно слущивающимися ороговевшими клетками и клетками, сохраняющими способность к делению. ◆ В сосочковом слое дермы находятся кровеносные и лимфатические сосуды, а в сетчатом — потовые, сальные железы и волосяные луковицы. ◆ Благодаря многочисленным нервным окончаниям кожа воспринимает прикосновения, боль, тепло и холод. ◆ В коже синтезируются витамин D и пигмент меланин, защищающий организм от ультрафиолетовых лучей. ◆ Кожа играет важную роль в терморегуляции и газообмене.

?

Ключевые вопросы. 1. Из каких слоев состоит кожа? **2.** Опишите строение эпидермиса. Какие функции он выполняет? **3.** Какое строение имеет дерма? Каковы ее функции? **4.** Какое строение имеет подкожная жировая клетчатка? Какие функции она выполняет? **5.** Каким образом кожа обеспечивает поддержание постоянной температуры тела?

Сложные вопросы. 1. Почему температура воздуха, равная нормальной температуре тела, не является комфортной для человека? **2.** Почему кожа краснеет и на жаре, и на морозе? **3.** Почему у коренных жителей Африки темная кожа, хотя это может привести к перегреванию? **4.** Почему температуру тела нужно измерять до приема пищи? **5.** Почему жители пустынь носят теплые ватные халаты и меховые шапки?

Индивидуальные домашние исследования

Определение типа кожи на разных участках лица. Чтобы определить тип кожи на разных участках лица, умойтесь с мылом и через 3—4 ч плотно промокните лицо бумажной салфеткой. По количеству и интенсивности оставленных на салфетке жировых отпечатков можно сделать вывод о типе кожи. Сухая кожа не оставит на салфетке отпечатков. Незначительные отпечатки в области лба, носа и подбородка оставляет нормальная кожа, заметные — жирная кожа.

§ 44. Влияние факторов среды и образа жизни на здоровье кожи. Профилактика кожных заболеваний. Гигиена кожи

- **Вспомните.** Почему важно следить за чистотой кожи? Что необходимо для этого делать?
- **Как вы думаете?** Какую физиологическую роль выполняет закаливание?
- **Вы узнаете** какое воздействие на состояние кожи оказывают факторы окружающей среды, здоровый образ жизни, возраст; о профилактике кожных заболеваний; о правилах гигиены, способствующих здоровью кожи.

Влияние различных факторов внешней среды на кожу. Здоровая кожа имеет равномерную окраску и выглядит гладкой и шелковистой. Она лишена таких дефектов, как угри, жировики и бородавки.

На состояние кожи оказывают влияние самые разнообразные факторы. В том числе факторы внешней среды, наличие острых и хронических заболеваний, образ жизни, а также пол и возраст. Среди воздействий среды наиболее выраженными являются *ультрафиолетовое излучение, влажность* и *температура*. Так, например, прямые солнечные лучи, низкая и высокая температура воздуха вызывают сухость кожи. Высокая влажность воздуха активирует работу сальных желез, а смог и другие виды загрязнения атмосферы приводят к закупорке пор кожи.

▶ **Это интересно.** В холодную погоду не рекомендуется выходить на улицу без головного убора. От холода сосуды кожи головы сужаются, уменьшая приток крови к волосяным луковицам. Это отрицательно сказывается на питании волос и приводит к их выпадению. В случае попадания под дождь рекомендуется сполоснуть волосы чистой водой. Объясняется это тем, что дождевая вода нередко содержит примеси химических веществ, в том числе кислот, неблагоприятно влияющих на здоровье человека.

Влияние образа жизни на здоровье кожи. Благотворное влияние на кожу оказывает **полноценный сон**. Посильные физические нагрузки и соблюдение питьевого режима (1—2 л воды в сутки) улучшают циркуляцию крови в сосудах кожи и ускоряют обновление ее клеток.

Выраженное отрицательное воздействие на кожу оказывает **стресс**. Он может спровоцировать появление зуда, отеков, покраснений, усиленной пигментации, повышение секреции кожного сала. На фоне избыточного психоэмоционального напряжения может развиться угревая болезнь.

Нередки случаи, когда стресс приводит к усилению роста волос на лице и выпадению волос на голове.

Злейшими врагами кожи являются табакокурение и алкоголь. Под действием никотина происходит сужение кровеносных сосудов. В результате кислород и питательные вещества не могут в достаточном количестве достичь ее поверхности. Кожа курильщика выглядит тусклой и блеклой. Сухость и дряблость кожи, сильные отеки, воспаленные глаза — типичный портрет человека, злоупотребляющего алкоголем.

Профилактика кожных заболеваний. Каждый человек хотя бы раз в жизни сталкивается с тем или иным заболеванием кожи. Многие из них весьма неприятны, а некоторые даже смертельно опасны.

Наиболее часто встречающимися кожными болезнями (дерматозами) являются **дерматит**, **экзема** и **псориаз**. Одной из форм дерматоза является **чесотка** — заразное кожное заболевание, вызываемое чесоточным клещом.

Причины дерматозов разнообразны. Это и гормональные изменения, и нарушения в работе внутренних органов, и возбудители инфекций. Вызвать дерматозы могут отдельные продукты питания, косметические средства, пыльца растений, шерсть животных и т. д.

У подростков в связи с половым созреванием может изменяться состав секрета сальных желез, что приводит к образованию *угрей*. В таком случае следует избегать сладкой и жирной пищи, а также острых приправ.

Инфекционные дерматиты вызываются грибками-паразитами (*парша*, *микроспория*) и бактериями (*фурункулез*). Для профилактики заражения *грибком*, поражающим кожу стоп и ногти, при посещении бассейна или бани необходимо иметь индивидуальную обувь. Очень важно полностью исключить использование предметов обихода и туалетных принадлежностей других людей.

Гигиена кожи. Уход за кожей очень важен и сводится к очищению, увлажнению и питанию. Для того чтобы содержать кожу в чистоте, ее следует регулярно очищать, мыть. При этом кожа освобождается от загрязнений, пота, кожного сала и микроорганизмов. На каждом квадратном сантиметре грязной кожи можно обнаружить 30 000—50 000 микроорганизмов, а также яйца паразитических червей. Как правило, для очищения кожи используют воду и туалетное мыло или гель. В случае их отсутствия можно воспользоваться влажными салфетками.

Умываться следует теплой водой. Горячая вода снижает эластичность кожи, а холодная способствует закупорке протоков сальных желез. Это

приводит к нарушению нормального оттока кожного сала и образованию угревой сыпи.

Не реже одного раза в неделю следует мыть волосы и стричь ногти на руках. Ногти на ногах подстригают два раза в месяц.

При выполнении грязной работы целесообразно защищать руки перчатками или рукавицами. Они не только помогут сохранить чистоту рук, но и обезопасят от получения травм.

Для ухода за кожей и волосами разработано огромное количество самых разнообразных гигиенических средств — кремы, лосьоны, эмульсии, гели и шампуни. Старайтесь подбирать и приобретать именно те, которые подходят вам по типу кожи и волос.

Закаливание — это система гигиенических процедур, направленных на повышение устойчивости организма к воздействиям неблагоприятных погодно-климатических условий.

В результате закаливания приспособительные реакции организма приобретают быстроту и точность. У закаленного человека укрепляется иммунитет, повышается физическая и умственная работоспособность, улучшается самочувствие.

Основными средствами закаливания являются воздух, вода, солнце, высокие и низкие температуры. Сочетание закаливающих процедур с физическими упражнениями существенно повышает их эффективность.

Закаливание дает положительный результат только в том случае, если оно осуществляется постепенно и регулярно. Снижать температуру воды или воздуха и увеличивать продолжительность закаливающих процедур следует постепенно.

Закаливать организм нужно с раннего детства и до глубокой старости. Перерывы в закаливании ведут к ослаблению или полной утрате приспособительных защитных реакций.

■ **Повторим главное.** На состояние кожи оказывают влияние факторы внешней среды и образ жизни человека. ◆ Действие ультрафиолетовых лучей, влажности и температуры в разных сочетаниях вызывает как сухость, так и жирность кожи. ◆ Неблагоприятное воздействие на кожу оказывают никотин и алкоголь. ◆ Уход за кожей сводится к трем основным процедурам: очищению, увлажнению и питанию. ◆ Регулярное закаливание тренирует устойчивость организма к неблагоприятным воздействиям окружающей среды.

Ключевые вопросы. 1. Как влияют на здоровье кожи факторы окружающей среды и образ жизни? **2.** В чем заключается профилактика кожных заболеваний человека? **3.** Какие гигиенические правила сохраняют кожу здоровой? **4.** Что такое закаливание? Для чего необходимо закаливать организм?

Сложные вопросы. 1. Перед тем как выйти на улицу в холодную ветреную погоду, одна из ваших одноклассниц наносит на кожу лица увлажняющий крем, а другая — крем на жировой основе. Кто из них поступает правильно? **2.** В прошлом существовала традиция: воины перед боем мылись и надевали чистое белье. Какой смысл заключался в этих действиях с точки зрения современной медицины? **3.** Психологами установлено, что выделения кожи в счастливые моменты жизни человека вызывают ощущение покоя и радости у тех, кто вдыхает их запах. Как вы думаете, для кого могут оказаться полезными результаты данного исследования?

§ 45. Первая помощь при повреждениях кожи, тепловом и солнечном ударах

- **Вспомните.** Какими свойствами обладают кислоты и щелочи?
- **Как вы думаете?** Чем опасны для организма повреждения кожи?
- **Вы узнаете** о приемах оказания первой помощи при ожогах, отморожениях, тепловом и солнечном ударах.

Травмы кожи. Под травмой кожи понимают нарушение ее целостности под действием факторов внешней среды. К их числу относятся механические раздражители, высокие и низкие температуры, электрический ток, кислоты, щелочи и т. д. Наиболее типичными проявлениями травм кожи являются **дерматиты**. Это воспалительные реакции, проявляющиеся в виде потертостей, опрелостей, ожогов и отморожений.

Самая распространенная причина *потертостей* — плохо подобранная обувь. Под влиянием механического раздражения (натирания обуви) возникает местное воспаление кожи. В таких случаях рекомендуется сделать ванночку с марганцовкой и обработать травмированный участок присыпкой или специальным кремом.

В жаркое время года у людей с избыточной массой тела и грудных детей возрастает риск возникновения *опрелостей*. Как правило, они появляются во влажных складках кожи и представляют собой мокнущие участки, что грозит присоединением бактериальной или грибковой инфекции. Игнорировать опрелости нельзя, их лечением должен заниматься квалифицированный специалист.

Первая помощь при ожогах. Ожог является классическим примером травмы кожи. Различают термические (тепловые) и химические ожоги. **Термические ожоги** возникают при соприкосновении с горячими поверхностями в результате воздействия пламени, кипятка, пара или светового излучения.

Каждому человеку необходимо знать правила поведения при возгораниях. Например, если загорелась одежда, нужно постараться как можно быстрее сбросить ее. Бежать при этом ни в коем случае нельзя. Движение только раздует огонь. В случае отсутствия под руками воды можно попытаться сбить пламя, катаясь по полу. Чтобы погасить огонь, можно набросить на пострадавшего любую плотную ткань, например одеяло или пальто. Во избежание поражения дыхательных путей голова должна оставаться не укрытой.

Химические травмы кожи подразделяют на ожоги щелочью и ожоги кислотой. Наиболее характерные признаки и приемы первой помощи при ожогах приводятся в таблице 10.

Таблица 10. **Первая помощь при ожогах**

Повреждение кожи	Признаки	Первая помощь
Термический ожог I степени	Покраснение и припухание пораженного участка	Охладить пораженный участок под струей холодной воды. Промыть его раствором питьевой соды. Наложить содовую примочку
Термический ожог II степени	Образование на пораженной поверхности пузыря с жидкостью	Охладить пораженный участок под слабой струей холодной воды. На образовавшийся пузырь, не вскрывая его, наложить стерильную повязку. Принять обезболивающее
Термический ожог III степени	Омертвление пораженного участка кожи	Наложить на пораженную поверхность сухую стерильную повязку и срочно доставить пострадавшего в медицинское учреждение

Продолжение

Повреждение кожи	Признаки	Первая помощь
Термический ожог IV степени	Обугливание пораженного участка кожи	Те же меры первой помощи, что и при ожогах третьей степени
Ожог щелочью или кислотой	Отек пораженного участка и острая боль. Возможно поражение не только кожи, но и лежащих под ней тканей	Промывать пораженный участок холодной проточной водой в течение длительного времени — не менее 15 мин. Если агрессивное вещество попало на кожу через одежду, ее следует быстро снять, при необходимости разрезав

Первая помощь при отморожениях. Отморожение — это поражение тканей в результате воздействия низкой температуры. Отморожению чаще всего подвергаются выступающие части тела — ушные раковины, нос, пальцы рук и ног.

Возникновению отморожения способствуют: 1) повышенная влажность воздуха, сильный ветер, внезапная и быстрая смена температуры воздуха; 2) недооценка человеком холода, недостаточное внимание к одежде в условиях низких температур; 3) игнорирование первых признаков отморожения; 4) утомление, истощение, голод, болезненное состояние.

Широкое распространение получило глубоко ошибочное мнение, что алкоголь хорошо согревает в холодную погоду и на морозе. На самом деле алкоголь всего лишь создает ложное ощущение тепла. Он существенно усиливает теплоотдачу и тем самым увеличивает риск отморожения. Согласно статистическим данным в сильный мороз регистрируется больше смертей по причине опьянения. Алкоголь делает человека малоподвижным, а значит, более уязвимым перед природой.

В еще большей степени ускоряет переохлаждение сигарета, выкуренная в состоянии алкогольного опьянения.

При первых признаках отморожения пострадавшего нужно отвести в теплое помещение или укрытое от ветра место. Отморожения бывают четырех степеней (табл. 11, с. 182).

Таблица 11. **Первая помощь при отморожениях**

Отморожение	Признаки	Первая помощь
I степень	Побледнение кожи и потеря ее чувствительности	Перевести пострадавшего в теплое помещение. Отогреть отмороженные участки с помощью тепла рук, тепловых ванн (начинать с 18—20 °С и до 36—38 °С) либо негорячей грелки, после чего обязательно высушить, аккуратно прикладывая салфетку. Наложить ватно-марлевые или шерстяные повязки до восстановления чувствительности и кровоснабжения. Дать горячее питье
II степень	Образование на коже пузырей, наполненных мутной, кровянистой жидкостью и отек. При отогревании сильная боль	Наложить повязку с дезинфицирующей мазью и как можно быстрее доставить пострадавшего в медицинское учреждение. Растирать и вскрывать пузыри нельзя
III степень	Синюшная окраска пострадавшего участка, образование пузырей, наполненных жидкостью темного цвета. При отогревании очень сильная боль	Первая помощь, как при отморожении II степени
IV степень	Омертвление кожи	Срочно доставить пострадавшего в медицинское учреждение

Первая помощь при тепловом и солнечном ударах. **Тепловой удар** возникает в результате сильного перегревания при ускорении процессов теплообразования с одновременным замедлением теплоотдачи. Чаще всего такая ситуация возникает при длительном воздействии высокой температуры окружающей среды (выше +35 °C), относительно высокой влажности воздуха (выше 80 %) и низкой двигательной активности. Тепловой удар может произойти на пляже в жаркую погоду, в бане или сауне.

Солнечный удар является разновидностью теплового удара. Он возникает, когда голова человека долгое время находится под действием прямых солнечных лучей. При этом прежде всего страдает нервная система. Перегревание головного мозга вызывает расширение снабжающих его кровеносных сосудов и, как следствие, сильный приток крови.

Приемы оказания первой помощи при тепловом и солнечном ударах приведены в таблице 12.

Таблица 12. **Первая помощь при тепловом и солнечном ударах**

<table>
<tr><th>Болезненное состояние</th><th>Симптомы и признаки</th><th>Первая помощь</th></tr>
<tr><td>Тепловой удар</td><td>Головная боль, шум в ушах, учащение пульса и дыхания, усиленное потоотделение, расширение зрачков, общая слабость, бледность, нарушение координации движений, головокружение. В тяжелых случаях тошнота, рвота, обморок и потеря сознания</td><td rowspan="2">Вывести или перенести пострадавшего в прохладное, затененное и хорошо вентилируемое место. Приподнять ноги, а на голову и лицо положить холодный компресс. Дать выпить прохладной воды. Обернуть тело мокрой простыней и интенсивно обмахивать подручными средствами для создания движения воздуха и увеличения испарения воды. При остановке дыхания и сердечной деятельности сделать искусственное дыхание и непрямой массаж сердца. Вызвать врача или доставить пострадавшего в медицинское учреждение</td></tr>
<tr><td>Солнечный удар</td><td>Головная боль, резкое покраснение кожи, головокружение. В тяжелых случаях рвота, потеря сознания и судороги</td></tr>
</table>

Для того чтобы предупредить тепловой или солнечный удар, следует ограничить время пребывания на солнце. В жаркую погоду необходимо носить светлый головной убор и легкую хлопчатобумажную одежду, хорошо пропускающую воздух и впитывающую влагу. Рекомендуется отказаться от тяжелой пищи, чаще принимать душ и пить больше воды.

■ **Повторим главное.** Травмы кожи могут быть смертельно опасны. ◆ При тяжелых термических, химических ожогах и отморожениях пострадавшего следует как можно скорее доставить в медицинское учреждение. ◆ При тепловом и солнечном ударе пострадавшего следует переместить в прохладное или затененное место и дать выпить холодной воды. Рекомендуется положить на лоб холодный компресс и сделать влажное обертывание.

? **Ключевые вопросы. 1.** Какую первую помощь следует оказывать при ожогах? **2.** Какие меры первой помощи необходимо предпринять при отморожениях? **3.** В результате чего возникает перегревание организма? Что при этом происходит? Какие меры первой помощи следует предпринять в этом случае?

Сложные вопросы. 1. Чем больше площадь ожога кожи, тем выше риск летального исхода. Что является причиной смерти при ожогах более 50 % поверхности тела? **2.** Чем объясняется появление головной боли при тепловом ударе? **3.** Почему посещение сауны с температурой воздуха выше 100 °С совершенно безопасно для здоровья человека, а попадание в воду такой же температуры смертельно? **4.** Почему пострадавшего от теплового удара нельзя погружать в холодную воду?

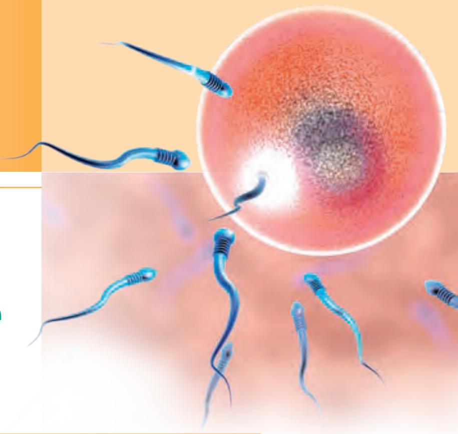
ПОДВЕДЕМ ИТОГИ

Кожа — наружный покров тела, обеспечивающий защиту от воздействий внешнего мира. В составе кожи выделяют два основных слоя — эпидермис и дерму с прилегающей к ней подкожной жировой клетчаткой. Благодаря многочисленным нервным окончаниям кожа воспринимает прикосновения, боль, тепло и холод. За счет отдачи тепла и испарения пота кожа принимает участие в терморегуляции. В ней синтезируются витамин D и пигмент меланин, защищающий организм от ультрафиолетовых лучей. Кожа обеспечивает примерно 1—1,5 % газообмена.

Неукоснительное соблюдение правил гигиены кожи — важнейшее условие здоровья человека. Очень часто кожа нуждается не только в регулярном мытье, но и в специальном косметологическом уходе. Значительное влияние на состояние кожи оказывает выбор одежды и обуви.

Механические воздействия, ожоги, отморожения, агрессивные химические вещества приводят к нарушению целостности кожных покровов. Значительные по площади повреждения кожи могут оказаться смертельно опасными. Поэтому своевременная и квалифицированная первая помощь не только ускорит наступление выздоровления, но и может спасти человеческую жизнь.

Глава 12



Репродуктивная система. Индивидуальное развитие человека и его здоровье

Вы узнаете

- *строение и функции репродуктивных органов;*
- *различия между мужскими и женскими половыми клетками; особенности их созревания;*
- *в чем заключается биологический смысл оплодотворения;*
- *основные этапы индивидуального развития человека.*

Вы научитесь

- *использовать полученные знания для сохранения своего репродуктивного здоровья.*

Все живые организмы обладают способностью к **репродукции** — воспроизведению себе подобных. Репродукция человека осуществляется путем полового размножения, при котором новый организм появляется в результате слияния мужской и женской половых клеток.

§ 46. Органы размножения. Половые клетки

- **Вспомните.** Чем половые клетки отличаются от соматических? Как называются гормоны, образующиеся в яичниках и семенниках? Какие функции они выполняют?
- **Как вы думаете?** Почему юношам не рекомендуется носить утягивающие плавки и спортивные шорты?
- **Вы узнаете** о строении и функциях мужской и женской половых систем.

Мужская половая система представлена наружными и внутренними половыми органами. К *внутренним* половым органам относятся семенники (яички), семявыносящие протоки, предстательная железа и семенные пузырьки. К *наружным* — мошонка, вмещающая яички и половой член (рис. 84, с. 186).

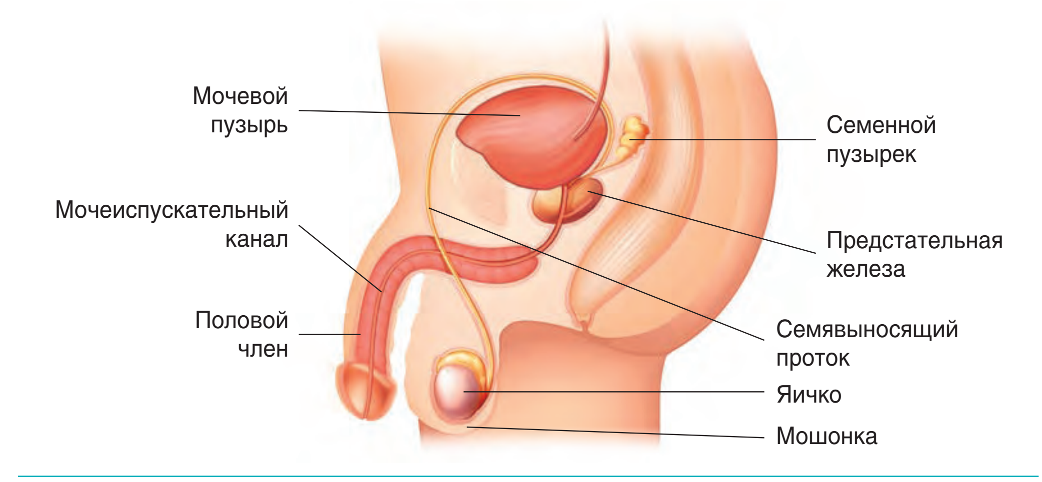


Рис. 84. Мужская половая система



Рис. 85. Строение сперматозоида

Тонкими соединительнотканными перегородками **яички** разделены на многочисленные дольки с извитыми семенными канальцами. В них образуются и созревают сперматозоиды.

Сперматозоид состоит из головки с ядром, шейки и жгутика (рис. 85). Биения жгутика позволяют мужской половой клетке активно двигаться.

Оптимальный температурный режим созревания сперматозоидов (около 35 °C) обеспечивается размещением яичек вне брюшной полости тела. Они расположены в специальном кожно-мышечном образовании — **мошонке.** Тесное нижнее белье вызывает увеличение температуры мошонки, что негативно сказывается на функциях сперматозоидов.

> ▶ **Это интересно.** Пол будущего ребенка зависит от того, какую из половых хромосом отца, X или Y, он унаследует. В отличие от сперматозоидов все яйцеклетки имеют только X-хромосому. Если в зиготе оказались XX-хромосомы — родится девочка, если XY — мальчик.

На выходе из яичка семенные канальцы сливаются в **семявыносящий проток.** Специальными выделительными протоками с ним соединяются дополнительные вспомогательные железы — **семенные пузырьки.** Семен-

ные пузырьки и **предстательная железа (простата)** производят *семенную жидкость*, смешиваясь с которой сперматозоиды приобретают подвижность. Сперматозоиды и семенная жидкость образуют *сперму*. В 1 мл спермы может содержаться до 100 млн сперматозоидов.

В пределах предстательной железы семявыносящие протоки впадают в **мочеиспускательный канал**, проходящий внутри полового члена.

Женская половая система, как и мужская, включает наружные и внутренние половые органы (рис. 86). *Наружные* половые органы представлены большими и малыми половыми губами и клитором. К *внутренним* половым органам относятся яичники, маточные трубы, матка и влагалище.

Яичники — парные женские половые железы, расположенные в брюшной полости. Девочка рождается со значительным количеством незрелых яйцеклеток. К началу полового созревания бо́льшая часть из них гибнет и в течение жизни созревает только 400—500 яйцеклеток. Их развитие происходит в граафовых пузырьках яичника. Приблизительно один раз в 28 дней стенка пузырька разрывается и яйцеклетка выходит в брюшную полость. Обычно в течение месяца созревает одна, реже две яйцеклетки.

Яйцеклетка значительно крупнее сперматозоида и в отличие от него не способна к самостоятельному передвижению.

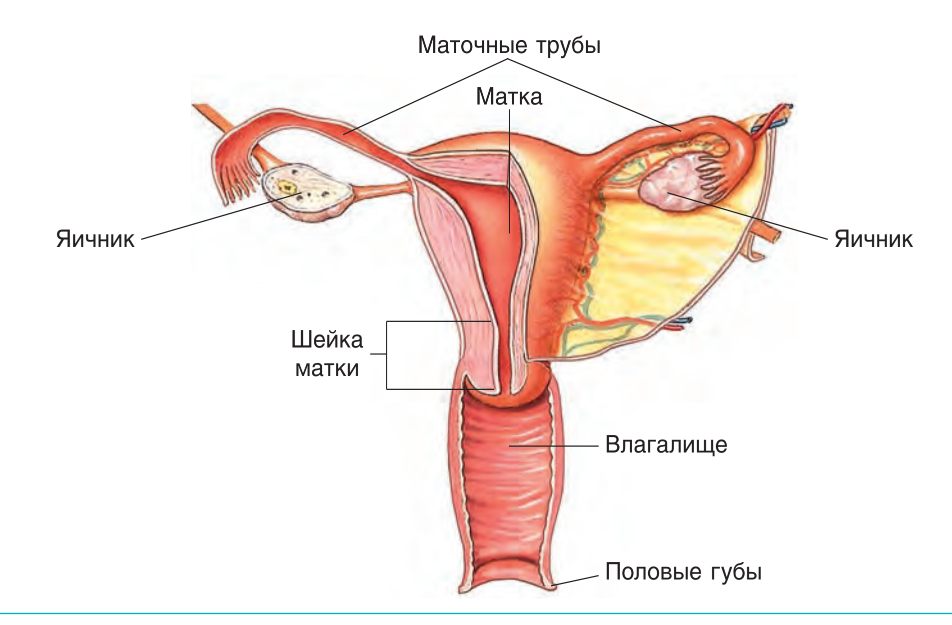


Рис. 86. Женская половая система

Маточная труба — парный орган, посредством которого полость матки соединяется с брюшной полостью. Движениями многочисленных бахромок, окаймляющих ее воронку, маточная труба направляет яйцеклетку в свой просвет. Поскольку яйцеклетка не обладает подвижностью, ее перемещение определяет сократительная активность маточной трубы. Из маточной трубы яйцеклетка попадает в матку.

Матка — полый гладкомышечный орган, служащий для вынашивания и последующего изгнания плода.

Начиная с 12—14-летнего возраста строение стенки матки подвержено *циклическим* изменениям. Если оплодотворение не состоялось, слизистая оболочка матки отторгается. Ее кровеносные сосуды разрываются, и кровь вместе с частицами слизистой оболочки выделяется через влагалище наружу. Начинается менструация (от лат. *mens* — месяц), которая повторяется каждый лунный месяц (28 дней). В случае оплодотворения яйцеклетки и прикрепления зародыша к стенке матки очередная менструация не наступает.

Влагалище — это конечный отдел половой системы, через который сперматозоиды попадают в женский организм. Вход во влагалище защищают большие и малые половые губы, между которыми находится клитор.

■ **Повторим главное.** Мужская половая система состоит из расположенных в мошонке яичек, семявыносящих протоков, семенных пузырьков, предстательной железы и полового члена. ◆ В канальцах яичек образуются сперматозоиды, а семенные пузырьки и предстательная железа производят семенную жидкость. ◆ Сперматозоиды и семенная жидкость образуют сперму. ◆ Женская половая система включает яичники, маточные трубы, матку и влагалище. ◆ В яичниках с определенной периодичностью созревают яйцеклетки.

Ключевые вопросы. 1. Какие органы образуют мужскую половую систему? **2.** Каково строение яичек? Какие функции они выполняют? **3.** Как происходит образование и созревание сперматозоидов? **4.** Какие органы образуют женскую половую систему? **5.** Как строение яичников связано с их функциями? **6.** В чем заключаются особенности строения и функции маточных труб и матки?

Сложные вопросы. 1. Шейка матки представлена мощным слоем гладкомышечных клеток, образующих сфинктер. Как вы думаете, какую функцию он выполняет? **2.** Угрожает ли здоровью водителя частое использование функции подогрева автомобильного сиденья? Почему?

§ 47. Оплодотворение. Беременность. Роды. Влияние никотина и алкоголя на развитие плода

- **Вспомните.** В чем заключаются особенности развития плацентарных животных?
- **Как вы думаете?** Сколько из 400 млн сперматозоидов, участвующих в процессе оплодотворения, достигнет и оплодотворит яйцеклетку? Что произойдет с оставшимися?
- **Вы узнаете,** где и как происходит оплодотворение яйцеклетки; основные этапы протекания беременности; как происходят роды; как влияют на развитие плода никотин и алкоголь.

Рождение ребенка предваряет целый ряд сложных физиологических процессов, которые начинаются с оплодотворения.

Оплодотворение. Попавшие во влагалище женщины сперматозоиды продвигаются в матку, а оттуда в маточные трубы (рис. 87). Кислая среда влагалища стоит жизни подавляющему большинству мужских половых клеток. Из 400 млн сперматозоидов достигает маточных труб около 2000. Как правило, оплодотворение происходит в верхней трети маточных труб и в нем участвует только один сперматозоид.

В момент контакта с яйцеклеткой головка сперматозоида выделяет ферменты, растворяющие ее внешнюю оболочку. Сперматозоид отбрасывает свой жгутик, проникает внутрь яйцеклетки, и их ядра сливаются. Образуется **зигота** с двойным набором хромосом от отца и матери, которая

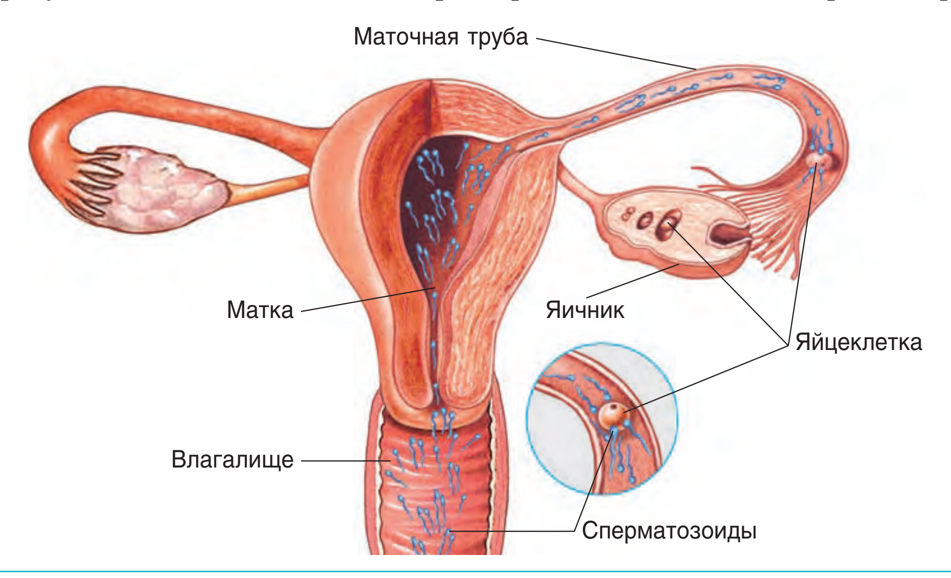


Рис. 87. Оплодотворение



Однояйцевые



Разнояйцевые

Рис. 88. Близнецы

медленно двигается к матке и путем дробления превращается в многоклеточный **зародыш** (эмбрион). На 10—14-й день зародыш внедряется (имплантируется) в слизистую оболочку матки.

Обычно женщина в течение одной беременности вынашивает одного ребенка. Но случается, что на свет появляются близнецы. Они бывают однояйцевыми и разнояйцевыми (рис. 88). *Однояйцевыми* называют близнецов, образовавшихся из одной зиготы, разделившейся на стадии дробления на две или более частей. Они всегда одного пола и обладают большим портретным сходством, так как имеют одинаковый набор генов. *Разнояйцевые* близнецы — это результат оплодотворения сразу нескольких одновременно созревших яйцеклеток. Такие близнецы могут быть разнополыми и непохожими друг на друга.

Беременность продолжается около 40 недель, или 9 месяцев. Для большинства женщин первым признаком беременности является прекращение менструаций. У многих отмечаются слабость, сонливость, тошнота, иногда рвота, изменение вкуса, учащенное мочеиспускание. К третьему месяцу беременности эти симптомы, как правило, исчезают.

Беременность делится на два периода: эмбриональный и плодный. *Эмбриональный* период продолжается два месяца, в течение которых формируются зачатки всех органов. К концу второго месяца у эмбриона уже бьется сердце, а на ручках и ножках есть пальцы. Для защиты от механических повреждений вокруг эмбриона формируется **плодный пузырь** с околоплодными водами.

Плодный период начинается с третьего месяца беременности и заканчивается родами. Он характеризуется быстрым ростом плода, дальнейшим развитием его органов и подготовкой к рождению. К моменту появления на свет масса плода составляет примерно 3,5 кг, а рост — 48—52 см.

Для обеспечения жизнедеятельности эмбриона развивается целый ряд специализированных органов — плацента, пуповина и др. (рис. 89). **Плацента**, или **детское место**, выполняет газообменную, питательную, выделительную, гормональную и защитную функции. Она имеет форму диска, который образован клетками материнского организма и эмбриона. Несмотря на это, кровь матери и плода никогда не смешиваются. Обмен веществами между ними происходит через стенки капилляров путем диффузии.



Рис. 89. Специализированные органы плода

Пуповина осуществляет связь плода с плацентой. Она представляет собой упругий тяж длиной около 40 см. Пуповина содержит две артерии и вену, по которым кровь от плаценты поступает к плоду и обратно.

Роды начинаются с сокращений мышц матки (**схваток**), а затем — брюшной стенки и диафрагмы (**потуг**). Оболочка плодного пузыря при этом лопается, и из него вытекают *околоплодные воды*. Благодаря схваткам и потугам ребенок проталкивается к шейке матки и далее во влагалище (рис. 90). После рождения пуповину, связывающую ребенка с матерью, перевязывают и перерезают. Новорожденный начинает самостоятельно дышать и издает первый крик. Через некоторое время из матки выделяется уже ненужная плацента.



Рис. 90. Роды

Влияние никотина и алкоголя на развитие плода. Продукты горения табака оказывают существенное влияние на ход деления клеток эмбриона. У курящей женщины вероятность рождения малыша с расщелиной верхней губы (заячьей губой) или нёба (волчьей пастью) возрастает на 25 %. Табакокурение приводит к развитию дефектов в структуре

сердца и сосудов ребенка. Согласно статистическим данным, никотин провоцирует самопроизвольное прерывание беременности, не позволяющее плоду достичь жизнеспособного состояния.

Серьезную опасность для нормального эмбрионального развития представляет употребление веществ, обладающих наркотическим эффектом. Одним из них является этиловый спирт — действующий компонент алкогольных напитков. Он свободно проникает через плаценту в кровь и вызывает множественные повреждения нейронов головного мозга плода. Именно поэтому дети алкоголиков часто отстают в физическом и умственном развитии от своих сверстников.

Запомните! Здоровый ребенок может родиться только у родителей, ведущих здоровый образ жизни!

Повторим главное. Встреча сперматозоида с яйцеклеткой происходит в верхней трети одной из маточных труб. ◆ В результате оплодотворения образуется зигота — клетка, содержащая двойной набор хромосом от отца и матери. ◆ Продвигаясь к матке, зигота начинает дробиться и превращается в зародыш. ◆ К концу второй недели зародыш прикрепляется к слизистой оболочке матки. ◆ Беременность длится около 9 месяцев и делится на два периода: эмбриональный и плодный. ◆ В течение эмбрионального периода формируются зачатки всех органов и систем, а также целый ряд вспомогательных органов, обеспечивающих развитие зародыша (эмбриона). ◆ Плодный период длится начиная с третьего месяца беременности до родов. В течение этого времени происходит быстрый рост плода и его подготовка к рождению. ◆ Роды сопровождаются сокращениями мышц матки, брюшной стенки и диафрагмы с изгнанием плода и последа из матки через канал шейки матки и влагалище. ◆ Употребление будущими родителями алкоголя и табачных изделий многократно увеличивает опасность появления на свет ребенка с пороками развития.



Ключевые вопросы. 1. Как происходит оплодотворение яйцеклетки? **2.** Что характерно для эмбрионального и плодного периодов беременности? **3.** В чем заключается вредное влияние никотина и алкоголя на развитие плода? **4.** Как протекают роды?

Сложные вопросы. 1. Одним из возможных нарушений нормального хода беременности является развитие зародыша не в матке, а в маточной трубе или окружающей яичник брюшине. Возможно ли в этом случае рождение ребенка? **2.** Как вы понимаете расхожее среди акушеров-гинекологов выражение «праздничные дети»? **3.** Почему не рекомендуется вскармливать новорожденного в первые месяцы жизни коровьим или козьим молоком? **4.** Почему у женщин больше отложений жира на бедрах, чем у мужчин?



 Половое созревание. Планирование семьи

Половое созревание. Примерно с 11—13 лет ребенок вступает в особый период своей жизни — **подростковый возраст**. Начинается перестройка организма, превращающая мальчиков и девочек в юношей и девушек. Данный процесс называется **половым созреванием**.

Свойственная подросткам во время полового созревания неустойчивость характера проявляется в чрезмерной эмоциональности, вспыльчивости и быстрой утомляемости. Все это необходимо учитывать подросткам при общении с одноклассниками, родителями и учителями.

Начало полового созревания девочек приходится на 8—9 лет, когда начинается ускоренный рост тела. В 10—12-летнем возрасте увеличиваются молочные железы, происходит оволосение по женскому типу. Появляется первая менструация. Время ее наступления зависит от наследственности, питания, климата и общего состояния здоровья. Только у 30 % девушек менструальный цикл становится регулярным очень быстро. Остальным на это может потребоваться год и более. Но это не значит, что у всех без исключения его продолжительность должна составлять 28 дней. Такой цикл характерен лишь для 13 % женщин. Нормальной считается продолжительность менструального цикла не менее 21 и не более 35 дней. В остальных случаях необходимо проконсультироваться с врачом.

В 19—20 лет девушки полностью готовы к выполнению детородной функции. В диапазоне от 46 до 54 лет менструальный цикл прекращается, что свидетельствует об окончании репродуктивного возраста.

Половое созревание мальчиков начинается в 12—13 лет. Примерно с этого возраста у них увеличивается выработка мужских половых гормонов, что сказывается на форме тела. Интенсивно растут кости плечевого пояса и замедляется рост костей таза. Происходит оволосение по мужскому типу, грубеет голос. У 15—16-летних юношей в ночное время возникает самопроизвольное семяизвержение — *поллюция*. Обычно она случается раз в 7—14 дней. Посредством поллюций организм освобождается от избыточной семенной жидкости и полового напряжения.

Планирование семьи неразрывно связано со свойственными человеку представлениями о любви и браке. Любовь подразумевает наличие не только половой, но прежде всего духовной близости. Любить — значит нести ответственность за любимого человека, уважать и ценить его, быть с ним рядом не только в радости, но и в горе.

Юноши и девушки должны знать, что ранняя половая жизнь наносит существенный вред здоровью. И не только потому, что она сопряжена с риском заражения заболеваниями, передающимися половым путем.

Пожалуй, главным ее негативным последствием является нежелательная беременность. Как правило, в таком возрасте она протекает с осложнениями и нередко приводит к бесплодию в будущем. Половая жизнь вне брака — это жизнь, наполненная разочарованиями и трагедиями.

▶ **Это интересно.** Ученые полагают, что даже самые высокие чувства имеют гормональную природу. Так, например, гормон окситоцин обладает выраженным действием на психоэмоциональную сферу человека. Установлено, что сразу после родов он участвует в формировании отношений между матерью и ребенком. Мужчин окситоцин делает более восприимчивыми к информации, важной для установления дружеских контактов с другими людьми.

Основой близких отношений между мужчиной и женщиной является **брачный союз**, или **супружество.** Наиболее благоприятный во всех отношениях возраст для вступления в брак, первой беременности и родов — 19—25 лет. Это время после окончания школы и получения профессии.

В современной семье рождение детей принято **планировать.** Супруги совместно решают, когда и сколько детей у них должно быть. В таком случае беременность и рождение ребенка всегда желанны и ожидаемы. Перед вступлением в брак будущим супругам рекомендуется пройти медицинское обследование. Также имеет смысл получить профессиональную консультацию по медико-генетическим вопросам.

ПОДВЕДЕМ ИТОГИ

Способность к репродукции — воспроизведению себе подобных — является наиболее характерной чертой всего живого. Мужская и женская половые системы представлены внутренними и наружными половыми органами. Сперматозоиды начинают вырабатываться у мальчиков в возрасте 11—15 лет. В этом же возрасте в яичниках у девочек с периодичностью, близкой к 28 суткам, начинают созревать яйцеклетки.

Оплодотворение происходит в верхней трети маточной трубы и дает начало новому организму — зиготе. Двигаясь по маточной трубе, зигота превращается в эмбрион (зародыш), который имплантируется в стенку матки. При помощи плаценты и пуповины эмбрион (зародыш) получает все необходимые для его развития вещества. Беременность длится около 40 недель и заканчивается родами. Здоровье ребенка во многом зависит от здоровья и поведения его будущих родителей.

Глава 13

Высшая нервная деятельность



Вы узнаете

- *механизмы формирования и торможения условных рефлексов и их отличия от безусловных рефлексов;*
- *о высшей нервной деятельности человека;*
- *что такое сознание, ощущение, восприятие, внимание, память и мышление;*
- *о сигнальных системах действительности и их роли;*
- *фазы и значение сна.*

Вы научитесь

- *обосновывать влияние образа жизни на процессы высшей нервной деятельности человека.*

Высшая нервная деятельность (ВНД) обеспечивает наиболее совершенное приспособление (поведение) высокоорганизованных животных и человека к окружающей среде. В основе ВНД лежат нейрофизиологические процессы, протекающие в коре больших полушарий головного мозга и ближайших к ней подкорковых образованиях. Они создают необходимые условия для реализации всех форм психической активности человека, включая мышление и сознание.

§ 48. Физиологические основы высшей нервной деятельности

- **Вспомните.** Что такое рефлекс? Из каких звеньев состоит рефлекторная дуга? Что такое инстинкт? Приведите примеры инстинктов, свойственных различным представителям животного мира.
- **Как вы думаете?** Существуют ли инстинкты у человека?
- **Вы узнаете,** что такое высшая нервная деятельность; чем безусловные рефлексы отличаются от условных и как их классифицируют; о механизмах образования и торможения условных рефлексов.

Виды рефлексов. Как вам уже известно, деятельность нервной системы носит рефлекторный характер. Различают два основных вида рефлексов — безусловные и условные.

▲ **Известные ученые.** Рефлекторный принцип деятельности коры больших полушарий был обоснован русским ученым Иваном Михайловичем Сеченовым (1829—1905). Он первым убедительно доказал, что психические функции имеют физиологическую базу. Представления И. М. Сеченова (см. рис.) получили дальнейшее развитие в работах другого русского ученого Ивана Петровича Павлова. Ему принадлежит заслуга создания в физиологической науке нового направления — учения о высшей нервной деятельности.



Безусловные рефлексы формируются к моменту рождения и обеспечивают выживание организма на ранних стадиях его развития. Они передаются по наследству и остаются неизменными в течение всей жизни. К числу наиболее простых безусловных рефлексов относят глотание, кашель, чиханье, слезоотделение и др. Все они видовые, то есть одинаковы у представителей одного вида.

Сложные наследственно обусловленные формы поведения получили название **инстинктов**. Это стереотипные реакции, которые возникают при совпадении внутреннего состояния организма с определенными факторами среды. Различают инстинкты самосохранения, продолжения рода, родительской заботы о потомстве, свободы и т. д.

В процессе индивидуального развития на базе безусловных рефлексов образуются более совершенные поведенческие реакции — **условные рефлексы**. Свое название они получили из-за того, что возникают и исчезают при строго определенных условиях. Условные рефлексы индивидуальны, изменчивы и не передаются по наследству. Их биосоциальное значение заключается в своевременном уходе от опасности, точной ориентировке во времени и пространстве, нахождении и усвоении пищи.

Условия и механизм образования условного рефлекса. Классическим условным рефлексом считается *слюноотделительный рефлекс*, детально изученный И. П. Павловым. Оказалось, что если звук колокольчика несколько раз сочетать с кормлением голодной собаки, то последующее изолированное предъявление этого ранее безразличного раздражителя вызывает у животного выраженное слюноотделение.

На основании результатов многочисленных экспериментов И. П. Павлов выяснил, как именно возникает условный рефлекс, и предложил свое

объяснение механизма его образования. Было установлено, что для выработки условного рефлекса обязательно наличие условного и безусловного раздражителей. В приведенном выше примере условным раздражителем является звучание колокольчика, а безусловным — пища, обеспечивающая выделение слюны. Также оказалось, что условный рефлекс вырабатывается не сразу, а после многократного использования комплекса из перечисленных раздражителей.

Согласно представлениям И. П. Павлова, при сочетании условного и безусловного раздражителей в коре больших полушарий возникает два очага возбуждения. Один из них — в центральном отделе вкусового анализатора (центр безусловного рефлекса), а другой — в слуховом отделе (центр условного рефлекса).

Возбуждение, возникшее в центре условного рефлекса, как магнитом притягивается к центру безусловного рефлекса, который является доминантным (господствующим). Далее нервные импульсы направляются в центр слюноотделения продолговатого мозга, который отдает соответствующую команду слюнным железам.

Таким образом, в основе образования условного слюноотделительного рефлекса лежит формирование функциональной **временно́й связи** между двумя корковыми центрами. С каждым последующим предъявлением условного и безусловного раздражителей она становится все более прочной. И вскоре наступает момент, когда слюноотделение вызывает только один условный раздражитель (звук колокольчика).

По типу безусловного подкрепления условные рефлексы подразделяют на пищевые, оборонительные и половые. Условные рефлексы, выработанные на базе безусловных, получили название *условных рефлексов первого порядка*. А рефлексы, выработанные на основе ранее приобретенных условных рефлексов, — *условных рефлексов второго порядка* и т. д.

Торможение условных рефлексов. Для успешного существования в постоянно меняющихся условиях внешней среды крайне важно своевременно изменять поведение. Во многом это происходит за счет образования и торможения условных рефлексов. Различают два основных вида торможения условно-рефлекторной деятельности: внешнее (безусловное) и внутреннее (условное).

Внешнее торможение развивается в результате действия практически любого неожиданного сигнала. Он запускает ориентировочную реакцию (поворот глаз и головы в сторону раздражителя), которую И. П. Павлов назвал рефлексом «Что такое?». Возникший в коре головного мозга новый очаг возбуждения автоматически затормаживает все остальные. Как

следствие, предыдущая деятельность ослабевает или полностью прекращается. Представьте себе пешехода, переходящего улицу. При неожиданном громком звуковом сигнале проезжающего рядом автомобиля он тут же замедлит шаг, а то и вовсе остановится.

Внутреннее торможение возникает при отмене подкрепления условного раздражителя безусловным. Так, если после выработки у собаки пищевого слюноотделительного рефлекса перестать подкреплять условный звуковой раздражитель пищей, то спустя некоторое время условный рефлекс угасает. Слюны будет выделяться все меньше, и однажды условно-рефлекторное слюноотделение прекратится.

Сигнальные системы действительности. Каждое мгновение из окружающего мира и внутренней среды организма в нервную систему поступает огромное количество информации. При этом в коре больших полушарий головного мозга формируются системы условно-рефлекторных связей, получившие название **сигнальных систем действительности.** *Первая* сигнальная система обеспечивает восприятие и анализ физико-химических свойств раздражителей. Ее наличие позволяет живым организмам адекватно реагировать на все происходящее вокруг них.

У людей в процессе межличностного общения с помощью речи формируется *вторая* сигнальная система. Слово обобщает различные признаки объектов, выступая тем самым в качестве «сигнала сигналов». Обобщенное отражение явлений и предметов позволяет человеку использовать не только свой, но и чужой опыт. Более того, слово является основой развития человеческого мышления.

Вторая сигнальная система находится в тесном взаимодействии с первой и играет ведущую роль в поведении человека.

Наличие у человека двух сигнальных систем действительности позволило И. П. Павлову выделить художественный и мыслительный типы ВНД. Для представителей *художественного* типа характерно образное мышление. У них доминируют стимулы первой сигнальной системы, вызывающие в мозге яркие образы. Познавательные процессы и творческая деятельность у таких людей преимущественно ориентированы на художественные образы. Представители *мыслительного* типа оперируют в основном абстрактными понятиями. Их поведение определяют, главным образом, стимулы второй сигнальной системы.

Люди с примерно одинаково развитыми первой и второй сигнальными системами относятся к среднему типу. Но крайне редко встречаются индивидуумы, имеющие исключительно сильное развитие и первой, и второй сигнальных систем.

■ **Повторим главное.** Деятельность нервной системы носит рефлекторный характер. ◆ Различают безусловные и условные рефлексы. ◆ Безусловные рефлексы формируются к моменту рождения и обеспечивают выживание организма. ◆ Условные рефлексы изменчивы и не передаются по наследству. ◆ Наиболее совершенное приспособление организма к окружающей среде (поведение) обеспечивает высшая нервная деятельность, под которой понимают деятельность коры больших полушарий головного мозга и ближайших к ней подкорковых образований. ◆ Наличие у человека двух сигнальных систем действительности позволяет выделить художественный и мыслительный типы ВНД.

Ключевые вопросы. 1. Что такое инстинкты? Чем они отличаются от безусловных рефлексов? **2.** Какие условия необходимо соблюдать для целенаправленного образования условных рефлексов? **3.** В чем именно состоят различия между внешним и внутренним торможением условных рефлексов? Приведите примеры. **4.** Что представляет собой высшая нервная деятельность? **5.** Чем отличается художественный тип высшей нервной деятельности от мыслительного?

Сложные вопросы. 1. Как только новорожденного прикладывают к материнской груди, он сразу начинает совершать сосательные движения. Это условный или безусловный рефлекс? **2.** Как, используя полученные вами знания о ВНД, установить, что человек симулирует глухоту? **3.** Как можно использовать знания об условном рефлексе для выработки правильного режима дня? **4.** Как вы думаете, представителем какого типа высшей нервной деятельности (мыслительного или художественного) являлся Вольфганг Амадей Моцарт? Альберт Эйнштейн? Леонардо да Винчи? **5.** Как согласовываются между собой современные представления о функциях правого и левого полушарий и о сигнальных системах действительности?



§ 49. Сон и сновидения

- **Вспомните.** В чем заключаются функции автономной нервной системы?
- **Как вы думаете?** Почему «утро вечера мудренее»?
- **Вы узнаете** о фазах сна; о гигиене сна.

Значение сна. Человек проводит во сне третью часть своей жизни. Абсолютно очевидно, что сон является исключительно важной потребностью организма. Во время сна ограничиваются функции сознания, снижаются обмен веществ, температура тела, частота сердечных сокращений и дыхания. Угнетаются все виды чувствительности, значительно ослабевают безусловные и условные рефлексы. Существенные изменения происходят

в нервной системе, особенно в коре больших полушарий. Клетки головного мозга, активно усваивая питательные вещества, накапливают энергию и восстанавливают свою работоспособность. Таким образом, **сон** — это особое физиологическое состояние, предотвращающее переутомление и гибель клеток.

Продолжительность сна зависит от возраста и индивидуальных особенностей человека. Новорожденные спят 21 ч в сутки, дети 2—4 лет — около 16 ч, школьники 12—16 лет — 9 ч, а взрослые около 7—8 ч в сутки.

▶ **Это интересно.** Дефицит сна сказывается на продукции соматотропного гормона, пик концентрации которого приходится на ночные часы. Недостаток этого гормона гипофиза закономерно приводит к увеличению массы жировой ткани, что существенно повышает риск развития ожирения. При систематическом недосыпании ускоряются процессы старения и увеличивается вероятность образования опухолей.

Виды сна. Полноценный здоровый сон состоит из пяти регулярно сменяющих друг друга циклов. Каждый цикл включает в себя фазу медленного и фазу быстрого сна.

Медленный сон наступает сразу после засыпания и длится от 50 до 70 мин. В эту фазу преобладает активность парасимпатического отдела автономной нервной системы. У спящего человека снижаются частота дыхания и пульс, падают температура тела и интенсивность обменных процессов, уменьшается мышечный тонус. Сновидения в эту фазу снятся, но человек почти ничего из них не помнит.

За медленным следует **быстрый сон**, который занимает около 10—15 мин. К утру его продолжительность возрастает до 30 мин и более. В фазу быстрого сна преобладает активность симпатического отдела автономной нервной системы. У спящего учащаются дыхание и ритм сердечных сокращений. Наблюдаются сокращения скелетных и мимических мышц, повышаются обмен веществ и температура тела. Наиболее характерной отличительной чертой быстрого сна являются быстрые движения глаз. Электрическая активность мозга спящего сходна с активностью мозга бодрствующего человека.

Быстрый сон сопровождается яркими и запоминающимися *сновидениями*. Как правило, человек видит в них знакомые ему объекты и явления, но в крайне необычных, фантастических комбинациях. Полагают, что в фазу быстрого сна происходит обработка, перераспределение и запоминание информации, поступившей во время бодрствования.

Гигиена сна. Одно из наиболее распространенных расстройств сна — **бессонница**. Чаще всего она возникает в результате переутомления, дли-

тельной напряженной умственной работы, волнений, шумных игр. Лучшее средство от бессонницы — это правильный режим труда и отдыха, прогулки на свежем воздухе и посильная физическая нагрузка.

Нормальный сон обеспечивается выполнением ряда простых правил. Прежде всего, необходимо по возможности ложиться спать в одно и то же время, не есть и не пить на ночь. Хорошо настраивает на ночной отдых спокойная обстановка, отсутствие чрезмерных раздражителей и привычный порядок подготовки ко сну. Комнату перед сном необходимо хорошо проветрить. Одеяло должно быть легким, но достаточно теплым, подушка — не слишком высокой, а ночное белье — свободным. Неукоснительное следование этим советам поможет вам быстро заснуть и сделает ваш сон более здоровым и полноценным.

■ **Повторим главное.** Сон восстанавливает умственную и физическую работоспособность. ◆ Подросткам необходимо спать 8—9 ч, а взрослым людям — 7—8 ч. ◆ В норме сон состоит из 5—6 циклов, каждый из которых включает фазу медленного и фазу быстрого сна. ◆ Медленный сон сопровождается резким снижением мышечного тонуса и подавляющего большинства основных физиологических функций. ◆ Во время быстрого сна, который от цикла к циклу удлиняется, глазные яблоки совершают быстрые движения. ◆ Если в это время разбудить спящего, то он сможет пересказать свои сновидения. ◆ Быстрый сон обеспечивает переработку информации, полученной во время бодрствования, и имеет непосредственное отношение к регуляции психической деятельности человека. ◆ Лучший способ сделать сон глубоким и полноценным — неукоснительно соблюдать режим труда и отдыха.

?

Ключевые вопросы. 1. Какое значение имеет сон в жизни человека? **2.** Как изменяются функции организма в фазу медленного сна? Быстрого сна? **3.** Что такое сновидения? Какова их роль? **4.** В чем причины нарушения сна? Как их предупредить? **5.** Почему у новорожденных детей и стариков разная потребность в продолжительности сна?

Сложные вопросы. 1. Как вы думаете, что важнее для организма: сон или пища? Обоснуйте свой ответ. **2.** Однояйцевых братьев-близнецов будили в различные периоды сна и просили пересказать свои сновидения. Один сообщил, что снов не видел, а другой подробно рассказал их содержание. Дайте этому объяснение. **3.** Прокомментируйте народные пословицы «Сон — лучшее лекарство» и «Утро вечера мудренее». **4.** Алкоголь сокращает время засыпания. Также известно, что он увеличивает продолжительность медленного сна и укорачивает быстрый сон. Можно ли рекомендовать спиртные напитки в качестве снотворного? Почему? **5.** Немецкий химик Ф. Кекуле писал: «Учитесь видеть сны». Что имел в виду первооткрыватель бензольного кольца? Известны ли вам научные открытия, совершенные учеными во сне?

Мозг и психика

Поведение человека, как правило, носит рассудочный характер. Мы способны осознанно контролировать свои поступки, чувства, эмоции и давать им критическую оценку. Все это возможно благодаря психике, которая выступает в качестве важнейшего свойства мозга.

Психика представляет собой внутренний мир человека, наполненный переживаниями, мыслями, ожиданиями, мечтами, чувствами и взглядами. Высшим этапом развития психики является сознание. **Сознание** позволяет нам получать представления об окружающей среде и о своем месте в ней, принимать решения и управлять своим поведением. Возникнув на основе потребности в общении, в передаче опыта и знаний, сознание стало высшей формой психического отражения действительности.

Человек постоянно обогащает свои знания благодаря ощущениям, восприятию, вниманию, мышлению и памяти.

Ощущения — начальный этап в познании мира. Ощущения являются источником наших знаний об окружающей среде и внутреннем состоянии организма. Обязательное условие возникновения ощущений — непосредственное воздействие факторов внешней и внутренней среды на органы чувств. С их помощью мы приобретаем чувственный опыт — ощущаем цвет, форму, плотность, запах, вкус предметов внешнего мира.

Понимание ощущения приводит к формированию целостного образа предметов и явлений — восприятию. **Восприятие** — это не просто сумма отдельных ощущений, а качественно иная ступень чувственного познания.

▶ **Это интересно.** Для иллюстрации принципиального отличия восприятия от ощущения вспомним древнеиндийскую притчу о слепых, описывающих слона. Один из них сказал, что слон похож на толстую веревку. Другой заявил, что слон скорее напоминает лист лопуха — он плоский и шершавый. А третий уверял, что слон — это высокая и мощная колонна. Как вы думаете, чем объясняется столь разное описание одного и того же объекта познания? Смогут ли спорщики, в конце концов, объединить свои ощущения в целостный образ?

Избирательная направленность восприятия на какой-либо объект или явление — это **внимание.** Объект внимания на какое-то время занимает центральное место в сознании, отодвигая все остальное на второй план. Внимание обеспечивает ориентацию человека в окружающем мире.

Различают непроизвольное и произвольное внимание. *Непроизвольное* внимание носит пассивный характер и не требует волевых усилий. Если деятельность осуществляется осознанно и требует определенных волевых усилий, говорят о *произвольном* внимании.

За накопление и сохранность прошлого опыта отвечает **память.** Именно память делает нас теми, кем мы являемся. Все события нашей жизни фиксируются в форме так называемых *следов памяти.* Их образование обеспечивается целым комплексом электрических и биохимических процессов, протекающих в самых разных структурах головного мозга. Полагают, что в памяти сохраняется вся информация о том, что происходило с человеком на протяжении его жизни. Но доступ к ней ограничен, и извлечь необходимые воспоминания порой просто невозможно.

Существует много разных классификаций видов памяти. *Кратковременная* память удерживает информацию в течение относительно короткого времени. Ее объем составляет порядка семи элементов. Размеры «хранилища» *долговременной* памяти, напротив, практически безграничны. Долговременная память обеспечивает сохранность информации в течение времени, соизмеримого с длительностью человеческой жизни.

Потеря памяти вследствие травмы или заболеваний головного мозга получила название амнезия. Чаще всего человек утрачивает память на недавние события. Как правило, воспоминания возвращаются к больному, но возможна и стойкая потеря памяти.

Высшим познавательным процессом является **мышление.** Оно позволяет получить знания о предметах, явлениях или свойствах реального мира, которые не могут быть непосредственно почувствованы. К основным категориям мышления относятся анализ, синтез и умозаключения. *Анализ* — это разложение целого на составляющие части, выделение отдельных частей предмета или явлений. *Синтез* — это противоположность анализа, построение целого из частей. Благодаря анализу и синтезу вырабатывается *умозаключение.* Например, перед вами стоит задача собрать из деталей конструктора модель автомобиля. Анализ помогает мысленно рассортировать детали, синтез — выделить необходимые узлы, а сборку модели можно назвать умозаключением. Мышление может быть конкретным и абстрактным, теоретическим и практическим, наглядно-образным и словесно-логическим.

▶ **Это интересно.** Необычайно мощным эмоциональным воздействием обладает музыка, которая, как известно, не несет какой-то конкретной информации. В этой связи широкое распространение получила *музыкотерапия.* В ходе специально проведенных исследований удалось установить, что между предпочитаемыми человеком музыкальными жанрами и его характером существует определенная зависимость. Дети, занимающиеся музыкой, существенно превосходят своих сверстников по словарному запасу, степени развития двигательных способностей и логического мышления.

Материальной формой мышления является *внешняя* (*устная* и *письменная*) и *внутренняя* **речь.** Внутренняя речь беззвучна. Это речь для себя. Она возникает в процессе мышления и приспособлена к выполнению мыслительных операций в уме. Благодаря речи опыт, накопленный предыдущими поколениями, не теряется, а передается потомкам.

ПОДВЕДЕМ ИТОГИ

Высшая нервная деятельность (ВНД) — это деятельность высших отделов центральной нервной системы, обеспечивающая наиболее совершенную адаптацию организма к среде обитания.

Автором учения о высшей нервной деятельности является русский ученый И. П. Павлов. Он развил и расширил теоретические положения о рефлекторном принципе деятельности головного мозга, сформулированные его соотечественником И. М. Сеченовым.

И. П. Павлов выделил два основных вида рефлексов — безусловные и условные. Безусловные рефлексы одинаковы у всех представителей данного вида. Они передаются по наследству и остаются неизменными в течение всей жизни. Условные рефлексы являются приобретенными. Для них характерны индивидуальность и изменчивость.

В основе формирования условных рефлексов лежит установление временных связей между различными нервными центрами: корой больших полушарий и подкорковыми образованиями.

Для человека характерно наличие двух сигнальных систем. Огромное значение имеет вторая сигнальная система. Благодаря речевой деятельности человек формируется как личность, получает воспитание и образование. С помощью речи становится возможным не только общение между людьми, но и передача опыта последующим поколениям. Деятельность второй сигнальной системы неразрывно связана с сознанием — высшей формой отражения действительности.

Третью часть своей жизни человек проводит во сне. Это естественное физиологическое состояние организма, при котором полностью или частично прекращается работа сознания. Сон обеспечивает протекание восстановительных процессов и способствует переработке и хранению информации. Сон складывается из постоянно чередующихся фаз — медленного и быстрого сна. Быстрый сон сопровождается сновидениями, представляющими собой субъективное восприятие образов, возникающих в сознании.

Словарь основных терминов и понятий

Авитамино́з — отсутствие в организме какого-либо или нескольких витаминов.

Автомати́я се́рдца — способность сердечной мышцы ритмично сокращаться под влиянием нервных импульсов, возникающих в нем самом.

Автоно́мная (вегетати́вная) не́рвная систе́ма — часть нервной системы, иннервирующая внутренние органы, гладкую мускулатуру, железы внутренней секреции, сердце.

Адренали́н — гормон, вырабатываемый мозговым веществом надпочечников. Повышает частоту сердечных сокращений и артериальное давление.

Аккомода́ция гла́за — способность видеть предметы, находящиеся на разном удалении. Возможна благодаря работе ресничной мышцы и эластичности хрусталика.

Аксо́н — длинный отросток нейрона, проводящий нервные импульсы к другим нервным клеткам или к иннервируемым органам.

Альвео́ла (зу́бная) — углубление в челюсти, в котором находится корень зуба.

Альвео́ла (ле́гочная) — структура в легких в форме пузырька, обеспечивающая газообмен.

Анализа́тор — система, состоящая из рецепторов, нерва и нервного центра в коре больших полушарий головного мозга. Обеспечивает анализ раздражений, поступающих из внешней среды.

Анеми́я (малокровие) — болезненное состояние, возникающее из-за сокращения числа эритроцитов в крови, уменьшения в них гемоглобина или потери большого количества крови.

Антиге́ны — чужеродные для данного организма вещества, вызывающие иммунный ответ.

Антитела́ — белки, обладающие способностью специфически связываться с антигенами и обезвреживать их.

Ао́рта — самая крупная артерия в организме человека. Входит в состав большого круга кровообращения.

Арте́рии — кровеносные сосуды малого и большого кругов кровообращения, по которым кровь течет от сердца.

АТФ (аденозинтрифо́сфорная кислота́) — вещество, выполняющее роль аккумулятора энергии в клетке.

Базе́дова боле́знь — заболевание, обусловленное избытком гормонов щитовидной железы. Сопровождается повышением возбудимости нервных клеток, развитием пучеглазия, учащением сердцебиения, исхуданием.

Бараба́нная перепо́нка — тонкая эластичная мембрана, отделяющая наружное ухо от среднего.

Безусло́вный рефле́кс — наследственно закрепленная реакция организма на определенные воздействия.

Бере́менность — физиологический процесс в организме женщины, связанный с оплодотворением и развитием плода.

Близору́кость — дефект зрения, при котором лучи фокусируются перед сетчаткой глаза. Близорукий человек четко видит предметы только на близком расстоянии.

Бро́нхи — часть воздухоносных путей, образованных в результате разветвления трахеи.

Ве́ны — кровеносные сосуды малого и большого кругов кровообращения, несущие кровь к сердцу.

Ви́лочковая железа́ (ти́мус) — центральный орган иммунной системы.

Витами́ны — низкомолекулярные органические соединения, необходимые для нормального обмена веществ.

Вну́треннее у́хо — система сообщающихся друг с другом полостей и каналов, заполненных жидкостью.

Возбуди́мость — способность живых клеток отвечать на раздражение возбуждением.

Ворси́нки — микроскопические выросты слизистой оболочки тонкой кишки, многократно увеличивающие всасывающую поверхность.

Воспале́ние — сложная приспособительная сосудисто-тканевая реакция организма на воздействие болезнетворных агентов.

Вса́сывание — поступление различных веществ через клеточные элементы тканей в кровь и лимфу.

Выделе́ние (экскре́ция) — удаление во внешнюю среду конечных продуктов обмена веществ.

Вы́сшая не́рвная де́ятельность (ВНД) — деятельность высших отделов центральной нервной системы, обеспечивающая наиболее совершенное приспособление животных и человека к окружающей среде.

Гемоглоби́н — красный пигмент эритроцитов. Является основным переносчиком кислорода. Состоит из белка (*глобин*) и активной группы (*гем*), в состав которой входят атомы железа.

Гипертони́я — заболевание, связанное с повышением артериального давления (выше 140/90).

Гипотони́я — заболевание, вызванное понижением артериального кровяного давления (ниже 100/60).

Гипотала́мус — отдел промежуточного мозга, в котором расположены центры автономной нервной системы. Тесно связан с гипофизом. Является главным регулятором нейроэндокринной деятельности мозга.

Гипо́физ — железа внутренней секреции, расположенная у основания мозга. Вырабатывает гормоны, влияющие на рост и развитие организма, обмен веществ и деятельность других желез внутренней секреции.

Гликоге́н — углевод, основная форма хранения глюкозы.

Глюкаго́н — гормон, вырабатываемый поджелудочной железой. Инициирует распад гликогена печени и тем самым увеличивает концентрацию глюкозы в крови.

Гомеоста́зис — способность организма сохранять относительное постоянство состава и свойств внутренней среды.

Гормо́ны — биологически активные вещества, выделяемые эндокринными железами. В минимальных количествах оказывают выраженное влияние на функции других органов и тканей.

Гумора́льная регуля́ция — один из механизмов координации процессов жизнедеятельности в организме, осуществляемый через жидкие среды (кровь, лимфу, тканевую жидкость) с помощью биологически активных веществ.

Дальнозо́ркость — дефект зрения, при котором лучи фокусируются за сетчаткой. Дальнозоркий человек четко видит только те объекты, которые удалены от него на значительное расстояние.

Дендри́т — короткий, сильно ветвящийся цитоплазматический отросток нейрона, проводящий возбуждение к телу нейрона.

Де́рма (со́бственно ко́жа) — соединительнотканная часть кожи у позвоночных животных и человека, расположенная под эпидермисом.

Диа́стола — расслабление предсердий или желудочков сердца.

Дыха́ние — совокупность процессов, обеспечивающих поступление в организм кислорода, использование его в окислительно-восстановительных процессах, а также удаление из организма углекислого газа и некоторых других соединений, являющихся конечными продуктами обмена веществ.

Дыха́тельный центр — совокупность нейронов продолговатого мозга, обеспечивающих ритмичную смену вдоха и выдоха.

Же́лтое пятно́ — область сетчатки глаза с максимальной концентрацией колбочек и наивысшей остротой зрения.

Желчь — жидкий секрет, вырабатываемый клетками печени. Концентрируется в желчном пузыре, после чего попадает в двенадцатиперстную кишку. Способствует расщеплению, эмульгированию, всасыванию жиров, усиливает перистальтику кишечника.

Жи́зненная е́мкость ле́гких — максимальное количество воздуха, которое можно выдохнуть после самого глубокого вдоха (в среднем 3500 $см^3$).

Зиго́та — оплодотворенная яйцеклетка, начальная стадия развития эмбриона (зародыша).

Зрачо́к — отверстие в радужной оболочке, через которое в глаз проникают световые лучи.

Иммуните́т — сопротивляемость, невосприимчивость организма к возбудителям заболеваний.

Иммýнная систéма — совокупность органов (*красный костный мозг, тимус, селезенка, лимфатические узлы*), клеток (*лейкоциты*) и веществ (*антитела* и др.), обеспечивающих защиту от заболеваний.

Инсули́н — гормон, вырабатываемый поджелудочной железой. Понижает содержание глюкозы в крови. Задерживает распад гликогена в клетках печени и увеличивает использование глюкозы мышцами. Недостаточное образование инсулина в организме приводит к сахарному диабету.

Капилля́ры — самые мелкие кровеносные сосуды, пронизывающие органы и ткани.

Кла́паны — структуры, обеспечивающие однонаправленный ток крови.

Кóлбочки — фоторецепторы сетчатки глаза, отвечающие за цветовое зрение.

Кора́ больши́х полуша́рий — слой серого вещества, покрывающий большие полушария головного мозга. Осуществляет высшую нервную деятельность, участвует в регуляции и координации всех функций организма.

Кра́сный кóстный мозг — главный орган кроветворения и центральный орган иммунной системы. Располагается в губчатом веществе костей скелета. В состав красного костного мозга входят стволовые кроветворные клетки, дающие начало всем формам кровяных и лимфоидных клеток.

Кретини́зм — эндокринное заболевание, вызываемое недостаточной функцией щитовидной железы. Сопровождается задержкой физического и психического развития.

Кроветворéние — образование, развитие и созревание форменных элементов крови.

Кровообращéние — движение крови по большому и малому кругам кровообращения, обеспечивающее обмен веществ между организмом и внешней средой.

Кровь — жидкая соединительная ткань, циркулирующая в кровеносной системе. Состоит из межклеточного вещества (*плазмы*) и взвешенных в ней клеток (*эритроцитов, лейкоцитов, тромбоцитов*).

Кровянóе (артериа́льное) давлéние — давление, оказываемое кровью на стенки кровеносных сосудов и камер сердца. Зависит от силы сокращения сердца, сопротивления сосудов (их просвета, длины), вязкости и объема циркулирующей крови.

Лейкоци́ты — бесцветные клетки крови. Имеют ядро и способны к активному амебоидному движению. Обеспечивают иммунитет — вырабатывают антитела и фагоцитируют чужеродные микроорганизмы.

Ли́мфа — прозрачная жидкость, циркулирующая в лимфатической системе. Компонент внутренней среды организма. Образуется из плазмы крови,

профильтровавшейся сначала в межтканевые пространства, а затем в лимфатические капилляры.

Лимфати́ческая систе́ма — часть сосудистой системы организма. Играет важную роль в очищении клеток и тканей организма.

Лимфати́ческие узлы́ — органы лимфатической системы. Задерживают и обезвреживают болезнетворные микроорганизмы и чужеродные вещества.

Лимфоци́ты — одна из форм лейкоцитов. Участвуют в формировании иммунитета.

Ма́точные тру́бы — верхняя часть яйцеводов, по которым яйцеклетка проходит из яичника в матку.

Медиа́торы — физиологически активные вещества, выделяемые нервными окончаниями и осуществляющие передачу импульсов.

Ме́дленный сон — фаза сна, характеризующаяся снижением всех функций организма и глубоким расслаблением скелетной мускулатуры.

Микседе́ма — заболевание, обусловленное гипофункцией щитовидной железы. Сопровождается отеками, снижением возбудимости нервной системы, недостаточностью работы сердца, слабостью, сонливостью, тучностью.

Минда́лины — скопления лимфоидной ткани вокруг глотки. Играют важную роль в защите организма от болезнетворных микроорганизмов и в выработке иммунитета.

Миока́рд — средний слой стенки сердца, образованный сердечной поперечнополосатой мышечной тканью.

Миофибри́ллы — сократительные нити поперечнополосатых мышечных волокон, обеспечивающих мышечное сокращение.

Мозжечо́к — часть заднего мозга. Участвует в координации движений, регуляции мышечного тонуса, поддержании позы и сохранении равновесия тела.

Моло́чные же́лезы — парные железы, у особей женского пола после рождения ребенка начинают вырабатывать молоко.

Моча́ — продукт выделения, вырабатываемый почками.

Надпо́чечники — парный эндокринный орган, расположенный вблизи верхнего полюса почек. Вырабатывают мужские и частично женские половые гормоны, а также адреналин и норадреналин. Играют важную роль в регуляции обмена веществ и в адаптации организма к неблагоприятным условиям среды.

Нару́жное у́хо — состоит из ушной раковины и наружного слухового прохода.

Нейрогумора́льная регуля́ция — совместное действие нервной и гуморальной систем, обеспечивающее нормальное функционирование организма в меняющихся условиях среды.

Нейро́н — нервная клетка, состоящая из тела и отростков (аксона и дендритов). Способен принимать сигналы, кодировать их в нервные импульсы и передавать другим клеткам.

Не́рвная регуля́ция — влияние нервной системы на клетки, ткани и органы, в результате которого их деятельность приводится в соответствие с потребностями организма и изменениями окружающей среды.

Не́рвное волокно́ — единичный отросток нервной клетки, проводящий нервные импульсы.

Не́рвы — пучки нервных волокон.

Не́рвный центр — совокупность нейронов, связанных общей физиологической функцией.

Нефро́н — основная структурно-функциональная единица почек. Состоит из почечного тельца (клубочек кровеносных капилляров, погруженный в двустенную капсулу) и отходящего от него почечного канальца. В процессе образования мочи удаляет из крови конечные продукты обмена.

Обме́н веще́ств и эне́ргии — совокупность протекающих в живом организме химических превращений веществ, обеспечивающих его жизнедеятельность, рост, воспроизведение, постоянный контакт и обмен с окружающей средой.

Оплодотворе́ние — процесс слияния женской и мужской половых клеток с образованием зиготы.

Оса́нка — типичное для каждого человека положении тела при ходьбе, стоянии и сидении.

Осяза́ние — ощущение прикосновения, тепла, холода, основанное на раздражении различных рецепторов кожи.

Па́лочки — фоторецепторы сетчатки, обеспечивающие сумеречное зрение.

Парасимпати́ческая не́рвная систе́ма — отдел автономной нервной системы, центральная часть которой расположена в спинном, продолговатом и среднем мозге. Периферическая часть находится в непосредственной близости от иннервируемых органов или в их стенках. Участвует в регуляции деятельности всех внутренних органов и желез, снижая их активность, чем способствует восстановлению истраченных организмом энергетических ресурсов.

Перика́рд — соединительнотканная сумка, окружающая сердце. Содержит небольшое количество серозной жидкости, облегчающей скольжение сердца при его сокращениях.

Периста́льтика — волнообразное сокращение стенок полых трубчатых органов (кишечника, желудка, мочеточников), способствующее продвижению их содержимого.

Пе́чень — самая крупная пищеварительная железа. Обеспечивает выработку желчи, обезвреживает вредные и ядовитые вещества, участвует в обмене веществ и др.

Пла́зма — жидкая часть крови.

Плаце́нта (де́тское ме́сто) — эмбриональный орган, осуществляющий связь между организмом матери и плода. Служит для питания и дыхания плода.

Плéвра — тонкая серозная оболочка, покрывающая легкие и выстилающая изнутри грудную полость.

Плод — зародыш человека в плодный период внутриутробного развития.

Плоскостóпие — уплощение свода стопы, возникающее из-за растяжения связок. Вызывает боль при ходьбе и быструю утомляемость.

Поджелýдочная железá — железа смешанной секреции. Участвует в пищеварении и регуляции углеводного и жирового обмена. Основные гормоны — инсулин и глюкагон.

Потоотделéние — выделение секрета потовых желез на поверхность кожи. Осуществляет процессы терморегуляции и вывода из организма воды, лекарств, солей тяжелых металлов, токсинов, вредных веществ.

Пóчка — парный орган выделения.

Проводи́мость — способность нервных и мышечных клеток проводить нервные импульсы.

Продолговáтый мозг — отдел ствола головного мозга. Является местом расположения жизненно важных центров, регулирующих дыхание, кровообращение, глотание, кашель, чиханье и др.

Промежýточный мозг — отдел ствола головного мозга, в состав которого входят таламус и гипоталамус. Участвует в осуществлении функций автономной нервной системы, а также регулирует сон, память, инстинктивное поведение, психические реакции человека.

Пульс — распространяющееся по артериям колебание, возникающее в результате резкого нарастания давления крови в аорте во время систолы левого желудочка.

Рáдужка — часть сосудистой оболочки глаза с меняющимся в диаметре отверстием — зрачком.

Раздражи́мость — способность живых клеток реагировать на раздражения. Лежит в основе приспособления к изменяющимся условиям среды.

Резус-фáктор — белок (антиген), встроенный в мембрану эритроцита. Его наличие или отсутствие учитывается при переливании крови.

Рефлектóрная дугá — совокупность нервных образований, обеспечивающих осуществление рефлекса. В состав рефлекторной дуги входят: рецепторы, чувствительные нервные волокна, нервный центр, двигательные нервные волокна, исполнительные органы.

Рецéпторы — структуры, воспринимающие внешние и внутренние раздражения и преобразующие их в нервные импульсы.

Рогови́ца — передняя прозрачная часть наружной оболочки глаза, пропускающая и преломляющая световые лучи.

Рóды — сложный физиологический процесс рождения (изгнания) плода и последа из полости матки.

Саморегуля́ция — свойство биологических систем автоматически устанавливать и поддерживать на определенном, относительно постоянном уровне те или иные физиологические показатели (температуру тела, кровяное давление, содержание сахара в крови).

Свéртывание крóви — защитная реакция, предотвращающая потерю крови при нарушении целостности кровеносных сосудов.

Селезéнка — непарный орган, располагающийся в брюшной полости. Участвует в кроветворении и защитных реакциях организма.

Сердéчный цикл — период, охватывающий одно сокращение и расслабление сердца.

Сетчáтка — внутренняя, светочувствительная оболочка глаза. Преобразует световые раздражения в нервное возбуждение.

Симпати́ческая нéрвная систéма — отдел автономной нервной системы. Центральная часть локализована в грудном и поясничном сегментах спинного мозга, а периферическая представлена парными симпатическими цепочками, расположенными на значительном расстоянии от иннервируемых органов. Участвует в регуляции деятельности внутренних органов и желез, усиливая их активность, особенно в экстремальных условиях.

Си́напсы — зоны контактов между нейронами или нейроном и другими возбудимыми клетками, служащие для передачи информационных сигналов.

Си́стола — сокращение предсердий или желудочков.

Склéра — наружная, плотная, непрозрачная соединительнотканная оболочка, покрывающая заднюю часть глазного яблока.

Сколиóз — боковое искривление позвоночника.

Сомати́ческая нéрвная систéма — часть нервной системы, иннервирующая опорно-двигательный аппарат и кожу, обеспечивая связь организма с внешней средой.

Срéднее ýхо — отдел слухового анализатора, состоящий из барабанной полости, слуховых косточек (*молоточка, наковальни* и *стремечка*) и слуховой трубы, соединенной с глоткой.

Стеклови́дное тéло — прозрачная студенистая масса, заполняющая полость глаза между хрусталиком и сетчаткой. Обеспечивает проведение световых лучей к сетчатке и поддержание правильной формы глаза.

Сустáв — структура, обеспечивающая подвижное сочленение костей.

Терморегуля́ция — физиологический процесс поддержания постоянной температуры тела в условиях изменяющейся температуры окружающей среды.

Тирокси́н — гормон щитовидной железы. Повышает интенсивность обмена веществ, тем самым увеличивая теплопродукцию. Влияет на рост и развитие, учащает сердцебиение, повышает возбудимость нервной системы.

Ткáневая жи́дкость — один из компонентов внутренней среды организма, содержится в межклеточных пространствах тканей. Служит непосредственной средой обитания для клеток. Из тканевой жидкости клетки поглощают

питательные вещества и кислород и отдают в нее конечные продукты обмена веществ и углекислый газ.

Торможе́ние — активный нервный процесс, результатом которого является ослабление или подавление процесса возбуждения.

Трахе́я — часть дыхательных путей между гортанью и бронхами.

Тромбоци́ты — форменные элементы крови, обеспечивающие ее свертывание.

Усло́вные рефле́ксы — совершенные поведенческие реакции, вырабатываемые в течение жизни человека и животных.

Фагоци́ты — лейкоциты, осуществляющие захват и переваривание болезнетворных микроорганизмов.

Ферме́нты — специфические белки, играющие роль биологических катализаторов.

Фибри́н — нерастворимый белок, образующийся из фибриногена плазмы крови при ее свертывании. Является структурной основой тромба.

Фо́рменные элеме́нты кро́ви — эритроциты, лейкоциты, тромбоциты.

Фоторецє́пторы — светочувствительные образования (палочки и колбочки), преобразующие световую энергию в нервные импульсы.

Хруста́лик — прозрачная, двояковыпуклая линза, расположенная позади радужной оболочки глаза. Преломляет проходящие лучи света, фокусируя изображение точно на сетчатке.

Центра́льная не́рвная систе́ма (ЦНС) — основной отдел нервной системы, представленный головным и спинным мозгом.

Щитови́дная железа́ — эндокринная железа, вырабатывающая гормоны тироксин и трийодтиронин. Регулирует рост и развитие организма. Нарушение ее функций приводит к возникновению базедовой болезни, микседемы и кретинизма.

Эмбрио́н — зародыш животных и человека.

Эндокри́нные же́лезы — железы внутренней секреции, вырабатывающие гормоны.

Эпиде́рмис — наружный, эпителиальный слой кожи.

Эпите́лий — эпителиальная ткань, покрывающая тело и выстилающие полости организма.

Эритроци́ты — красные клетки крови, содержащие гемоглобин. Переносят кислород из легких к тканям и часть углекислого газа в обратном направлении.

Яи́чки (семенники́) — мужские половые железы, в которых образуются сперматозоиды.

Яи́чники — женские половые железы, в которых созревают половые клетки — яйцеклетки.

Содержание

Глава 7. Сердечно-сосудистая система

Глава 8. Дыхательная система

Глава 9. Пищеварительная система

Глава 10. Выделительная система

Глава 11. Кожа — покров тела

Глава 12. Репродуктивная система. Индивидуальное развитие человека и его здоровье

Глава 13. Высшая нервная деятельность

(Название и номер учреждения образования)

Учебный год	Имя и фамилия учащегося	Состояние учебного пособия при получении	Оценка учащемуся за пользование учебным пособием
20 /			
20 /			
20 /			
20 /			
20 /			

Учебное издание

Борисов Олег Леонидович
Антипенко Алеся Анатольевна
Рогожников Олег Николаевич

БИОЛОГИЯ

Учебное пособие для 9 класса
учреждений общего среднего образования
с русским языком обучения

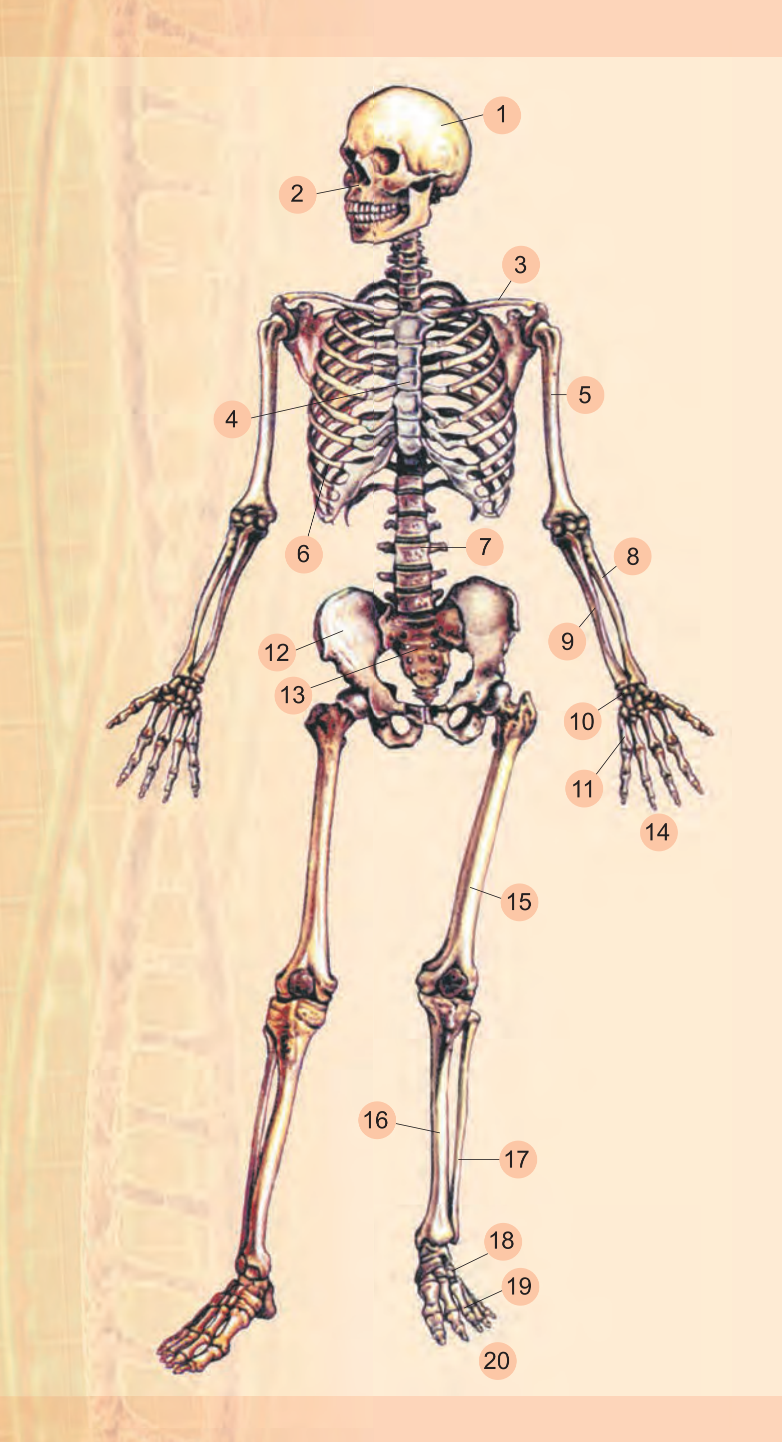
Зав. редакцией *Г. А. Бабаева*. Редактор *Е. В. Литвинович*. Художественный редактор *Е. А. Ждановская*. Техническое редактирование и компьютерная верстка *Л. И. Шевко*. Корректоры *В. С. Бабеня, О. С. Козицкая, Е. П. Тхир, А. В. Алешко*.

Подписано в печать 14.06.2019. Формат $70 \times 90^{1}/_{16}$. Бумага офсетная. Гарнитура школьная. Печать офсетная. Усл. печ. л. 15,8+0,29 форз. Уч.-изд. л. 14,67+0,33 форз. Тираж 115 000 экз. Заказ .

Издательское республиканское унитарное предприятие «Народная асвета» Министерства информации Республики Беларусь.
Свидетельство о государственной регистрации издателя, изготовителя, распространителя печатных изданий 1/2 от 08.07.2013.
Пр. Победителей, 11, 220004, Минск, Республика Беларусь.

ОАО «Полиграфкомбинат им. Я. Коласа».
Свидетельство о государственной регистрации издателя, изготовителя, распространителя печатных изданий № 2/3 от 10.09.2018.
Ул. Корженевского, 20, 220024, Минск, Республика Беларусь.

СКЕЛЕТ



1 Мозговой отдел черепа

2 Лицевой отдел черепа

3 Ключица

4 Грудина

5 Плечевая кость

6 Ребра

7 Позвоночник

8 Лучевая кость

9 Локтевая кость

10 Кости запястья

11 Пястные кости

12 Тазовая кость

13 Крестец

14 Фаланги пальцев

15 Бедренная кость

16 Большая берцовая кость

17 Малая берцовая кость

18 Предплюсна

19 Плюсна

20 Фаланги пальцев

ЧЕЛОВЕКА

1 Мозговой отдел черепа

2 Позвоночник

3 Плечевая кость

4 Лопатка

5 Ребра

6 Тазовая кость

7 Локтевая кость

8 Лучевая кость

9 Кости запястья

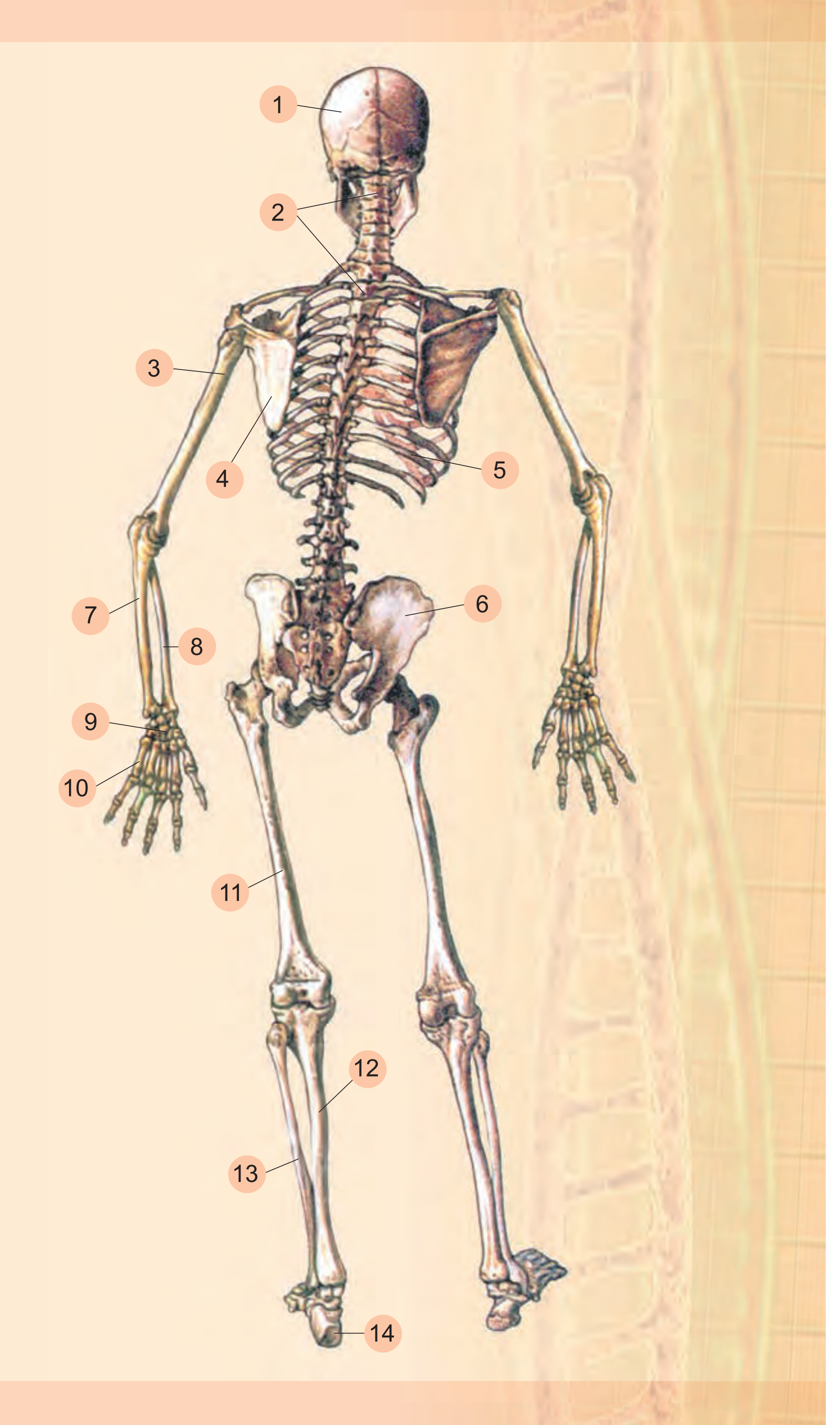
10 Пястные кости

11 Бедренная кость

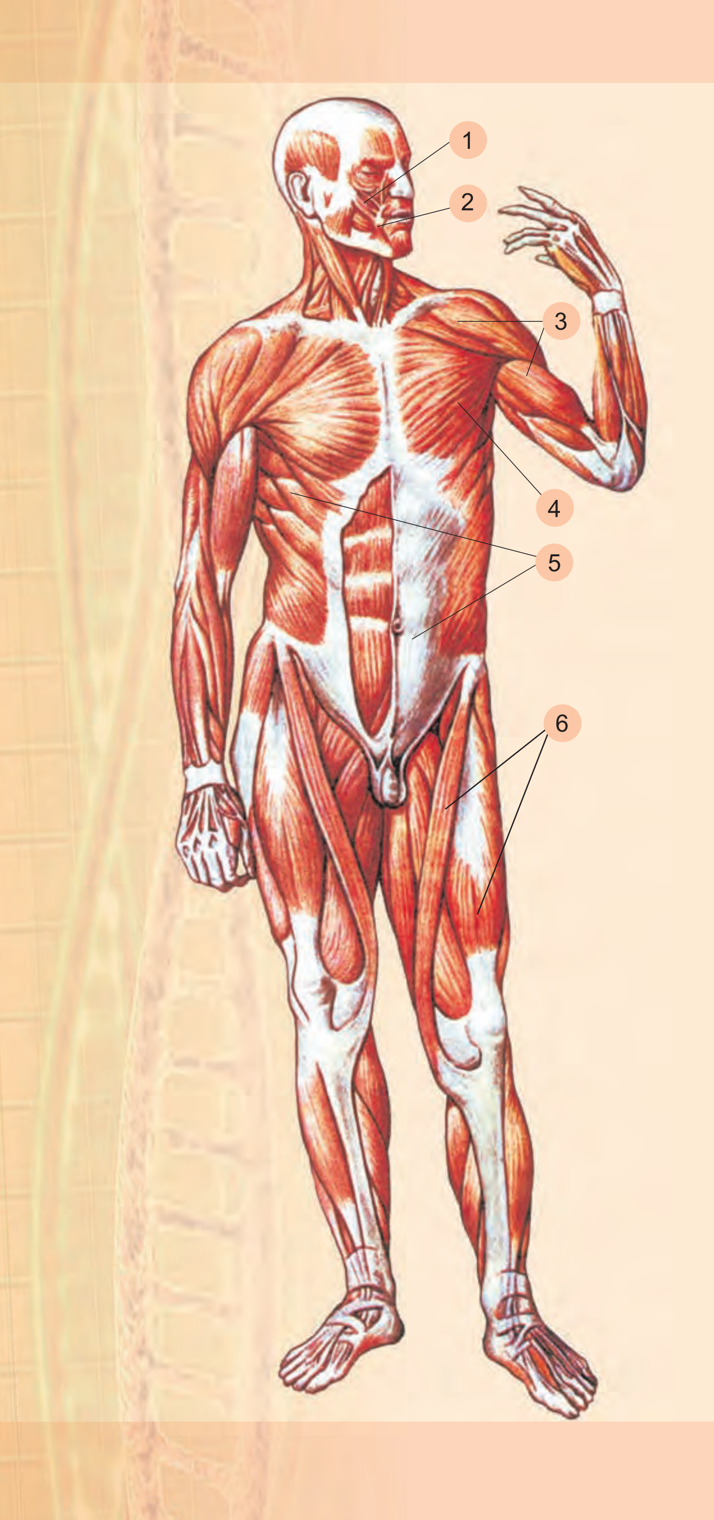
12 Большая берцовая кость

13 Малая берцовая кость

14 Пяточная кость



МЫШЦЫ



1 Мимические мышцы

2 Жевательная мышца

3 Мышцы плеча

4 Большая грудная мышца

5 Мышцы живота

6 Мышцы бедра

ЧЕЛОВЕКА

1 Трапециевидная мышца

2 Мышцы плеча

3 Широчайшая мышца спины

4 Большая ягодичная мышца

5 Мышцы бедра

6 Мышцы голени

